中国天文学史文集

（第四集）



2

科学出版社

55.042
144
6:4

中国天文学史文集

（第四集）

《中国天文学史文集》编辑组

北京天文台图书館

71107/03

赠阅

《文集》编辑组
1986.

1986

社

内 容 简 介

本书共收集有关中国古代天象纪录研究、历法史、少数民族天文历法、宇宙理论、人物评述及台站史等方面的文章十六篇. 文中所附二十多种历代辰刻更点的换算图表，是研究天象纪录时的必备工具. 评述各种地形说的几篇文章，提供了研究地圆说史的丰富史料. 而对古西夏国天文历法的探索，开拓了研究古代少数民族文化的新领域. 本书可供天文工作者、高等院校天文专业师生及对中国天文学史有兴趣的天文爱好者参考.

中国天文学史文集

（第 四 集）

《中国天文学史文集》编辑组

责任编辑　方开文

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行　各地新华书店经售

*

1986 年 8 月第 一 版　开本：787×1092　1/32

1986 年 8 月第一次印刷　印张：6 7/8

印数：0001—1,700　字数：155,000

统一书号：13031·3307

本社书号：5111·13—5

定 价：1.65 元

前　　言

明末天启崇祯年间，开普勒得到耶稣会教士邓玉函从中国寄给他的大量中国古代天象纪录后，配合第谷的天象纪录，从而研究出了著名的行星运动三定律，为后来牛顿万有引力定律的伟大发现，铺平了道路．这是中国古代天象纪录用于现代天文研究的最早事例．此后，一直到今天，利用中国古代天象纪录进行研究，仍然是现代天文学的一个重要方面．

本集收入关于中国古代客星、超新星、陨石、及太阳活动等纪录的最新研究论文各一篇．并收入首次发表的、全面地论述中国历代行用过的各种辰刻、各种更点的论文一篇，文中所附二十多种换算图表，是天文学家在利用中国历代天象纪录时必须查用的资料．

近年历法史的研究转向精微细致的讨论，本集也收入探索《大衍历》中单项算法的文章一篇．对当代少数民族天文历算的调查研究，这几年已逐步展开，本文集前三集中已编入不少文章．而一些曾在历史上一度存在过的古代少数民族，他们的文化中也有相当丰富的天文历算知识，过去尚未引起足够注意．本集收入了首次从稀少的文献中发掘古西夏人的天文历算知识及其天象纪录，并加以讨论的开拓性文章一篇．

大地测量一般认为康熙和乾隆两次全国性测量为早．本集收入讨论更早的明代全国地理纬度测量的研究报告一篇．

近两年来，在天文学史界某些人之间出现了有关“西洋传教士来华前，曾否有人知道大地是球形的？如有，他们是浑天家，还是盖天家？”的争论．本集收入探索其历史真相的文章五篇．其中列举的各种地形说法，及对待地圆说的不同态度，

提供了有关这一问题的丰富史料。

欧洲古人每借音乐名词来赞美天体，中国古人则有“以(音)律起历”的说法，这都是惊叹于天体运行和谐而有节奏，使得中外天文家们联想到音乐之故。刘宋何承天和晚明朱载堉，都是在音乐史上有过重要贡献的乐理名家，而且也都是天文历算名家，本集收入对他们二位的评论各一篇。

前人留下的纪录，使我们能在今天写出古代天文学史，而后人查考今天的天文学发展情况，则要靠今人第一手的翔实纪录。本集收入台站史的报告一篇。

本文集初集于1978年出版，第二集于1981年出版，第三集于1984年出版。现在出版的是第四集。前三集由原中国天文学史整理研究小组负责审编。1983年中国天文学史整理研究小组撤消，故从本集起由北京天文台负责主编。编委会由王立兴(北京天文台)、卢央(南京大学天文系)、张培瑜(紫金山天文台)等同志组成，刘虹同志任编辑工作。

《中国天文学史文集》从初集出版以来，即受海内外学术界注意，对开展中国天文学史研究工作起着良好作用。因而继续编好此文集实有必要。本着发扬优点，改进缺点的精神，务期本文集续有提高，并对学术界更有效益。

本文集的宗旨是：以“双百方针”为准绳，征集论证翔实、推断合理的文章，及有进一步研究价值的资料性报告。即使来稿观点与编审人员观点不尽相同，只要立论严谨、言之成理，也当辑入，以求得天文学史整理研究工作的继续繁荣。

由于编者水平有限，加之主编单位和人员变易，交接之际诸多事项未能尽善，故颇多仓促。征稿面尚不够普遍，有些论文或有争议。文集中的缺点错误，恳请各位读者批评指正。

王立兴

1985年7月

目　录

纪时制度考……………………………………………………王立兴（1）
我国陨石坠落记载中的某些灾害事件………………………………………………褟锐光　夏晓和（48）
中国的日神崇拜和太阳活动现象的发现………………………………………………徐振韬　张培瑜　卢　央（55）
天关客星光变曲线的研究……………………………………杨正宗（66）
历史超新星 SN 1054 型别的鉴定……………………………杨正宗（71）
大衍历关于日月运行的研究………………………………………………张培瑜　卢　央　刘桂霞（77）
西夏天文学初探…………………………………………………汤开建（104）
明朝的纬度测量…………………………………………………钮仲勋（118）
浑天说的地形观…………………………………………………王立兴（126）
一行不是浑天家…………………………………………………金祖孟（149）
西方地圆说在中国………………………………………………郭永芳（155）
浑天说的兴起和衰落……………………………………………金祖孟（164）
中国古宇宙论研究成果综述……………………………………金祖孟（176）
朱载堉的历法及历学见解………………………………………王宝娟（182）
何承天——反对有神论的律历家………………………………王宝娟（191）
徐家汇天文台史料(1872—1962)………………………………朱　楞（198）

纪时制度考

王立兴

中国丰富的历代天象纪录，是进行天文学研究的宝贵的观测资料。各条纪录中所记发生天空异象的“年月日时”，每每需要换算成“公历年月日”及“时(h)分(m)秒(s)制”计时. 目前专供换算“古历折合公历年月日”的历表已有好几种可查。本文只考订“古人纪时用语”及其换算成“hms 制”计时的问题，并编制供换算用的图表备查。

为便于说明，我们举个日常生活的例子。比如，某次球赛，从 9 点 25 分($9^h25^m00^s$)开始，到 11 点 12 分($11^h12^m0^s$)结束，共进行了一个小时47分钟. 这里，“$9^h25^m00^s$”和“$11^h12^m00^s$”是两个“时刻点”，而“一个小时 47 分钟”则是一个“时间段”，即这两时刻点之间的时间间隔. 如果规定太阳过上中天时作为起算基准点，叫做正午 12 点正($12^h00^m00^s$)，并且规定一昼夜为 24 小时，则上述两个时刻点离“正午”点的间隔，就有确定的含义. 古代纪时用语，多种多样。各时刻点的确定含义也有个起算基准点和一昼夜的时间分划法问题. 用“正午”为基准点的，不随季节和观测地点纬度而变化；用“日出”为基准点的则随季节和纬度而变. 本文称前者为固定正午基点制，后者为浮动日出基点制.

纪时用语有很多来源. 就“时刻点”而言有根据浑仪时圈上度量的太阳的方位，如“时加某”等；有依据于光线的明暗，如“昏、明”等；有根据漏箭上的刻度，如“刻、分”等；有来源于生活的节奏，如“蚤食、市鼓”等；有依据于报时牌，如“某牌时

分"等；还有依据报时的音响，如"几钲、几鼓"等．而"时间段"用语则有"朝，晡，乙夜"等．历代诗赋词曲中纪时用语繁杂而不确切，置之不论．本文主要考释天象纪录中采用过的纪时用语．偶尔兼述测时报时的方式和用具史，也述及官方与民间纪时用语含义的异同．

中国古代测时精度虽高，但受报时手段（从中央测时台站发布时号，逐步向远郊区传播）的限制，存在相当大的"滞后"误差．如唐朝宝应元年（公元 762 年）十月二十八日，左金吾将军臧希晏奏：

"诸街铺鼓，比来依漏刻发声，从朝堂发远处，每至夜才到．伏望今日以后，减常式一刻发声．庶绝违纪．"勅旨："依奏．"[1]

即负责"查禁犯夜"的"严更"（或"严夜"）官，要求中央提早一刻（合 14.4 分钟）发布时号，以补偿远郊报时滞后误差．足见，其差额可达 15 分钟．因此本文各换算图表的钟点尾数，列到"1 分钟"为止，实已足用．

下文按"时刻点"是浮动（日出为基准点）或固定的（日中为基准点）两大类纪时制度，分别讨论其演变，并和今制换算．

一、按"日出入"定的浮动基准点纪时制度考

（一）本文查日出钟点的方法和只有年月日而缺时刻的天象纪录处理法

浮动纪时制度中某个时刻点的换算，首先要查明"当天当地"的日出时间，再在本文有关换算图表的该"日出时间"行中，找出该时刻点名目下的对应时间．

1983 年笔者曾按历代"法定改箭日期"来编制繁琐的换算表，试用时甚为不便．今改用现行《天文年历》"日出时刻

表”来编制换算图表。和箭上昼夜漏的刻数相比误差虽略增加，但仍小于古代报时手段的滞后误差，而使用时手续大为简化方便。下面先介绍如何使用本文图1“日出时刻列线图”。

1. 查当地的地理纬度

史书中的天象纪录基本上是在当时京师观测台上进行观测时记下来的。如果是“京师不见，某地以闻”，表示是做申报的“某地”首府或治所观测到的，私家著述如未记在何地所见，就要查考作者经历，估计观测点所在地区了。知道观测地点后，其地理纬度可按当时地名和年代从《中国历史地图》中查到。也可借助地名辞典或地方志在现代地图上查到。

表1列出一些地方的纬度，供参考。

表1　历代建都大致地理纬度表

40°.0	大同(北魏)，北京(辽、金、元、明、[注]清)
36°.5	临漳(东魏、北齐)
35°.5	曲阜(鲁)
35°.0	开封(后梁、后晋、后汉、后周、北宋)，洛阳(东周、东汉、魏、西晋、北魏、后唐)
34°.5	西安(西周、西汉、北周、隋、唐)，咸阳(秦)
32°.0	南京(东晋、刘宋、南齐、梁、陈、明)
30°.5	杭州(南宋)

注．明代永乐后，虽迁都北京，仍用南京晷刻，正统十二年曾拟改用北京当地晷刻，未果。

2. 查当天的日出时刻

知道了观测点地理纬度后，天象纪录的中历年月日，利用现有的中西历对照历表[2]，可查知其公历年月日。如果查得

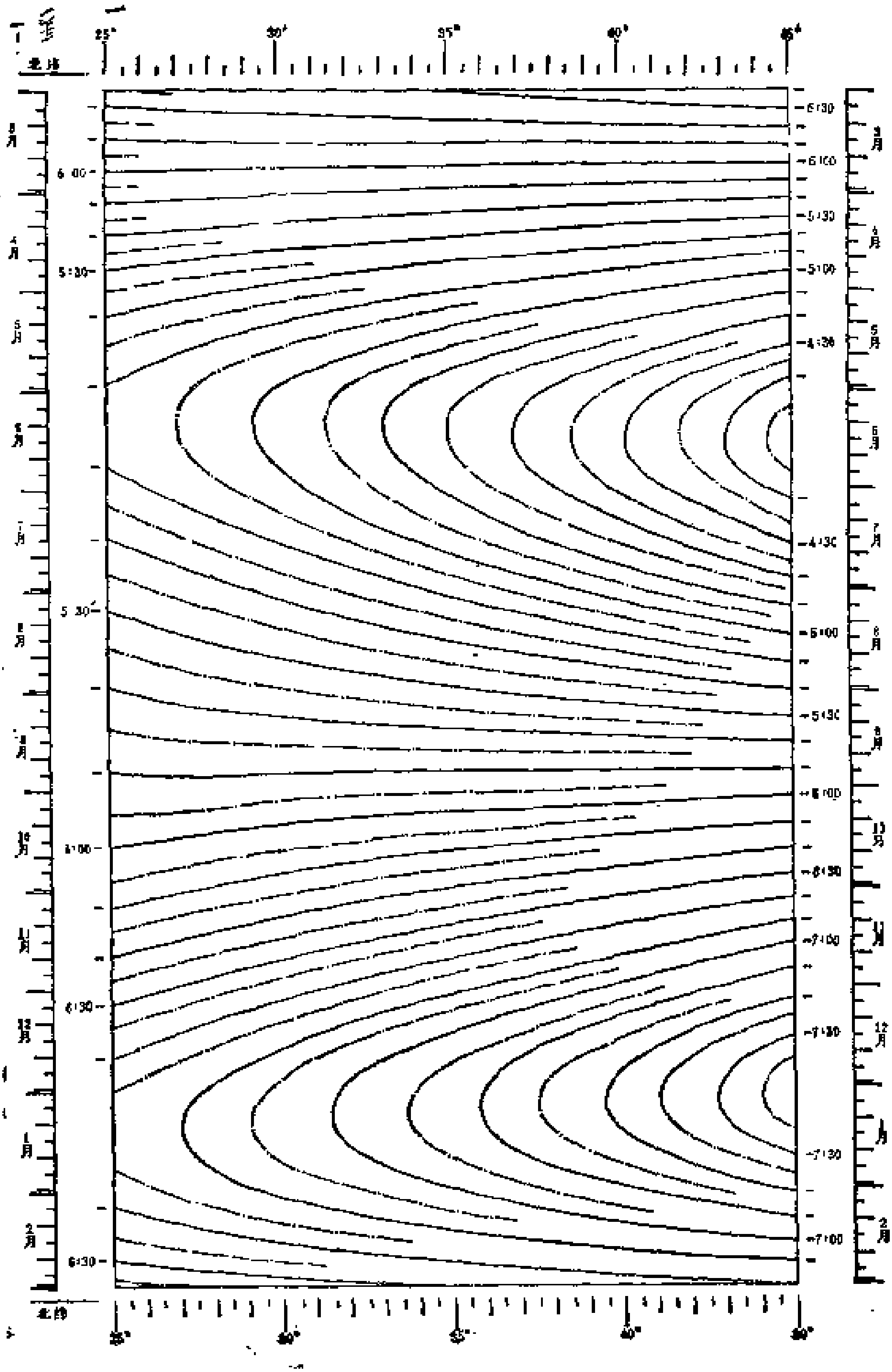


图1. 日出钟点列线图.

的是格雷果里历的月日，即可直接查用图 1 “日出时刻列线图”读取当天“日出时刻”. 如果查得的是儒略历月日，尚需按表 2 “用公历月日查图 1 时应进退天数表”改订月日后，再查用图 1。

表 2　查图 1 时公历月日的进退天数表

公历年号	公历月日进退天数	公历年号	公历月日进退天数
前1044.1——前916.0	退10天	364.1——492.0	进 1 天
前 916.1——前788.0	退 9 天	492.1——620.0	进 2 天
前 788.1——前660.0	退 8 天	620.1——748.0	进 3 天
前 660.1——前532.0	退 7 天	748.1——876.0	进 4 天
前 532.1——前404.0	退 6 天	876.1——1004.0	进 5 天
前 404.1——前276.0	退 5 天	1004.1——1132.0	进 6 天
前 276.1——前148.0	退 4 天	1132.1——1260.0	进 7 天
前 148.1——前20.0	退 3 天	1260.1——1388.0	进 8 天
前 20.1——108.0	退 2 天	1388.1——1512.0	进 9 天
108.1——236.0	退 1 天	1512.1——1582年10月 4 日	进10天
236.1——364.0	退 0 天	1582年10月15日——现在	0 天

3. 只记有年月日，但缺少时间的纪录处理法。

历官“分日”界线总在“夜半”，即把 0 点 0 分钟(0^h00^m)作为一天的开始，这是固定纪时制. 而官廷、官府、民间，都习惯于用“早晨”，或曰“昧爽”，作为一天的开始，这是浮动纪时制.（参看下文“分日”部分）. 根据天象纪录的内容，一般可判别发生在昼或夜. 如日食背璚、太白经天、太阳黑子等在昼，月食掩晕、飞流彗孛、五星凌犯等在夜. 如果分不出昼或夜，可假定发生在一昼夜的正中点，误差可小于半日. 共有三种分日，见图 2，可斟酌选用其一.

（二）二分法：昼、夜（附昏、旦）

最简略的时间分段是“日出而作”的昼，和“日入而息”的

夜．古代法定的“昼”比从日出到日入的一段时间要长些．即把“蒙影”的明暗过渡阶段，也算作昼．所谓：

“夫天之昼夜以日出没为分，人之昼夜以昏明为限．日未出二刻半（合 36 分钟）而明，日入二刻半而昏．故损夜之五刻以益昼．是以春(分)秋(分)昼五十五刻．”[3]

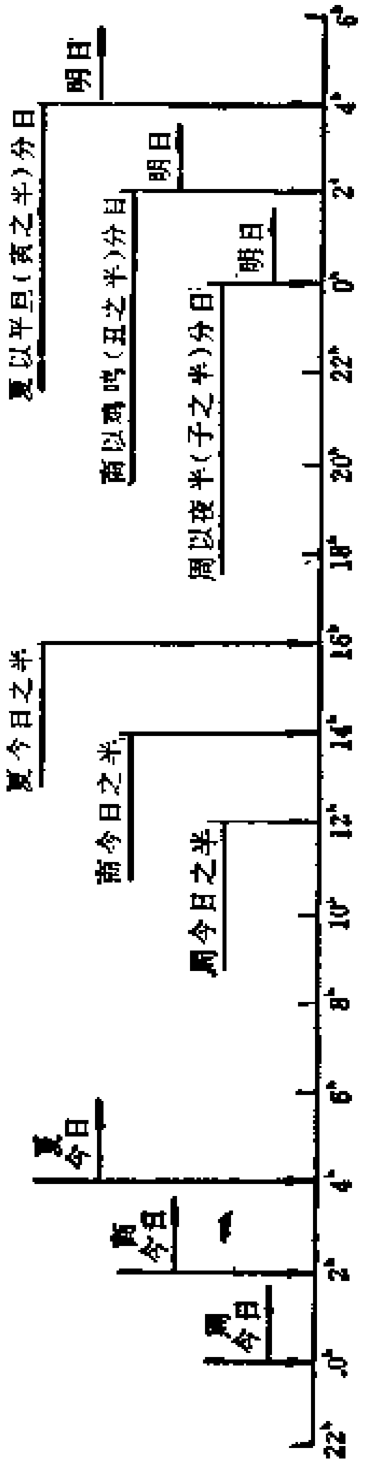


图 2．三种分日图．

昼的起点随日出而变，夜的起点随日入而变，因此是浮动的．只记昼或夜的天象纪录，如：

例 1　魏景初二年八月丙寅，“夜”有大流星长数十丈．

例2　晋太安二年十一月辛巳，有星“昼”陨中天，北下，光变白，有声如雷．

东汉张衡的漏壶，就是昼夜分用两壶的．其漏箭上用的刻度以及是否换箭，待考．但箭上必刻有日出入点，及“百刻制”的刻线．（参看“百刻制”部分）．

古代在“昼漏上水”之前数刻，击晓鼓、启关、放行人．在“夜漏上水”之后数刻，击暮鼓、闭关、禁行人．这两次鼓声，是关卡的启闭信号，也叫做“关鼓”．

“昏、旦”在古代是看中星的时刻，即昼夜漏上水的时刻．“旦”也叫做“明”．清代官方改用西法，各地蒙影时刻不同，正

如《天文年历》天文蒙影表，与古法“二刻半”不同．本文不具体论述了．

（三）五分法

《素问》说：“一日一夜五分之”．昼有五分，夜也有五分．昼五分后来为“辰刻制”所取代，夜五分“更点制”则一直传流到民国年间．

1．白昼五分之

《史记》和《汉书》都记有“魏鲜决八风法”，列举六个昼间时刻点：即“旦、食，日昳(日跌)，晡(餔)，下晡(下餔)；日入”．这六点，把“昼”等分为五段．《隋书》说：“昼有朝，有禺，有中，有晡，有夕．”“朝”也叫做“旦”，“禺”也叫做“昼”．所谓“旦昼决事，日中则府无留人．”说明“昼”指上午“辰巳”之间．[4]

日出而作的生活中，有相对稳定节奏、又是约定俗成的，莫如白天吃饭时间．其名称也被用来纪时．

一天吃四顿饭的餐名是“朝食，昼食，晡食，暮食”．[5]不吃早饭叫做“废朝食”．朝食也叫做“平旦食”．《淮南子·时则训》说的“蚤食”是两餐制的早餐，“晏食”是四餐制的昼餐．《墨子》说的“日中饱食”是三餐制的午餐．两餐制上午干活，到“食”时“息喘”，吃一顿．其两餐制的“下晡食”，后世叫做“吃下午”．五十年代北京有些食堂在休息日只开两餐，其开饭时刻就相当于“蚤食”和“下晡食”．

表示占满整个时间段的用语，叫做“终”，如“终朝”(或“崇朝”)，“终日”，“终夜”，“终年”等．

白昼报时，除早晚各有一次“关鼓”外，还有在“禺”段中的“下鼓”，和在“晡”段中的“晡鼓”．　从汉朝直到祖冲之父子时期，都规定在晓关鼓后十三刻(合3小时另7.2分钟)击“下鼓”，

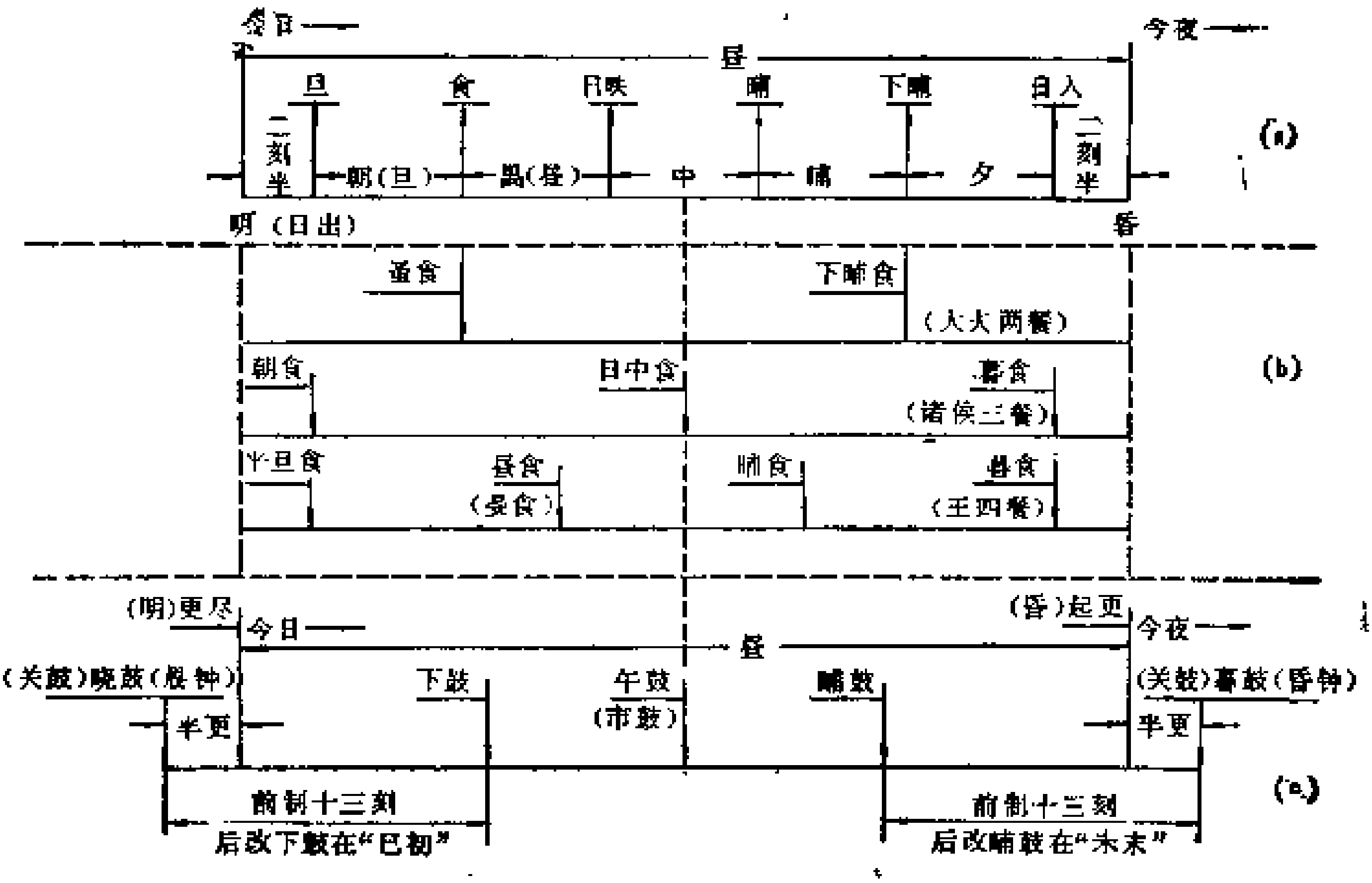


图 3. 三种吃饭时间图.

在暮关鼓前十三刻击"晡鼓"。梁末改制起，下鼓移在禺中点，晡鼓移在晡中点。因此，"关鼓到下鼓"和"晡鼓到关鼓"两个段的长短，摆动于冬至十二刻(合 2 小时 52.8 分钟)和夏至十七刻(合4小时另4.8分钟)之间，不再依古法固定为十三刻了。[6] 到了隋唐以后，"下鼓、晡鼓"在城市中似乎已不再施行。但宋代军中仍存"晡鼓"之制。

"下鼓"的命名理由，待考。笔者以为唐代"三院御史每日早入，至巳时方出"[7]，夏天从寅正后之"早"到巳初约十七刻，和冬天从卯正后之"早"到巳初，约十二刻。即唐代三院御史退朝出来的时刻，相当南北朝的"下鼓"时刻。如果隋唐朝会与南北朝朝会时间基本相同，则按今日"下班"、"下课"、"下工"等"下"字用法，所谓"下鼓"者，或是表示从朝廷散会"下"来的鼓声。此"解"尚待旁证，仅属笔者臆度。

"日中"也击鼓，叫做午鼓，也叫做市鼓．《北史》："齐王皓为司徒，在府听午鼓，蹀躞待去．"古来日中为市，要击鼓以集众．唐代"诸非州县之所，不得置市．其市当以午时击鼓二百下，而众大会．日入前七刻击钲三百下，散．其州县领务少处，不欲设钲鼓，听之．"[8]"正午报时"制度，流传很久．民国年间，南京还在狮子山鸣"午炮"．

"关鼓"的时刻历代稍有差异．《史记》说："关法，鸡鸣而出客．"唐代于"五更二点，鼓自内发，诸街鼓承振，坊市门皆启，鼓三千槌，辨色而止"．[9]五代梁制"五更三筹，正衙门击鼓，诸街递击小鼓，使声彻皇墙诸门，为朝士入朝之节．"[10]唐代在贞元二年规定，每年九月一日以后，五更三点放鼓契，行冬令时间；到第二年四月一日以后，改在五更二点放鼓契，行夏令时间．[11]可见晓鼓早于止更，约半更．

"鼓契"是指挥击鼓的符契，有两种："一曰放鼓，一曰止鼓，制以木，刻字于上"．[12]所发所止的鼓，皆指衙鼓所发布的"关鼓"信号．

唐代"日暮，鼓八百声而门闭"．[13]五代梁"夜漏上水一刻，击漏鼓以闭(皇墙诸门)"．[14]暮鼓晚于"起更"，或"夜漏上水"，约半更．而唐代负责"严更"或"严夜"的官兵们拘押犯夜人的行动，是从"乙夜"即二更天，才开始的，更晚于暮鼓，约半更．

关鼓的槌数：唐代晓鼓三千，暮鼓八百．"西魏神瑞三年，建白楼，置大鼓于其上．晨昏以千椎，为城里诸门启闭之候．谓之戒晨鼓．"[15]

晨昏击钟："天下晨昏钟声之数，叩一百八声者，一岁之义也．盖年有十二月，有二十四气，又有七十二候，正得其数．但声之缓急节奏，各处不同．吾苏(苏州)歌曰：紧十八，慢十八，中间十八徐徐发，两度凑成一百八．杭州歌曰：前发三十六，后发三十六，中发三十六声急，通共一百八声息．越

州歌曰：紧十八，慢十八，六遍凑成一百八。台州歌曰：前击七，后击八，中间十八徐徐发，更兼临后击三声，三通凑成一百八。”[16]天津鼓楼晨昏击钟也是一百八声[17]，是城门早晚启闭时刻。

图 4 为“白昼五分之”的换算列线图。采用昼五分制的天象纪录有：

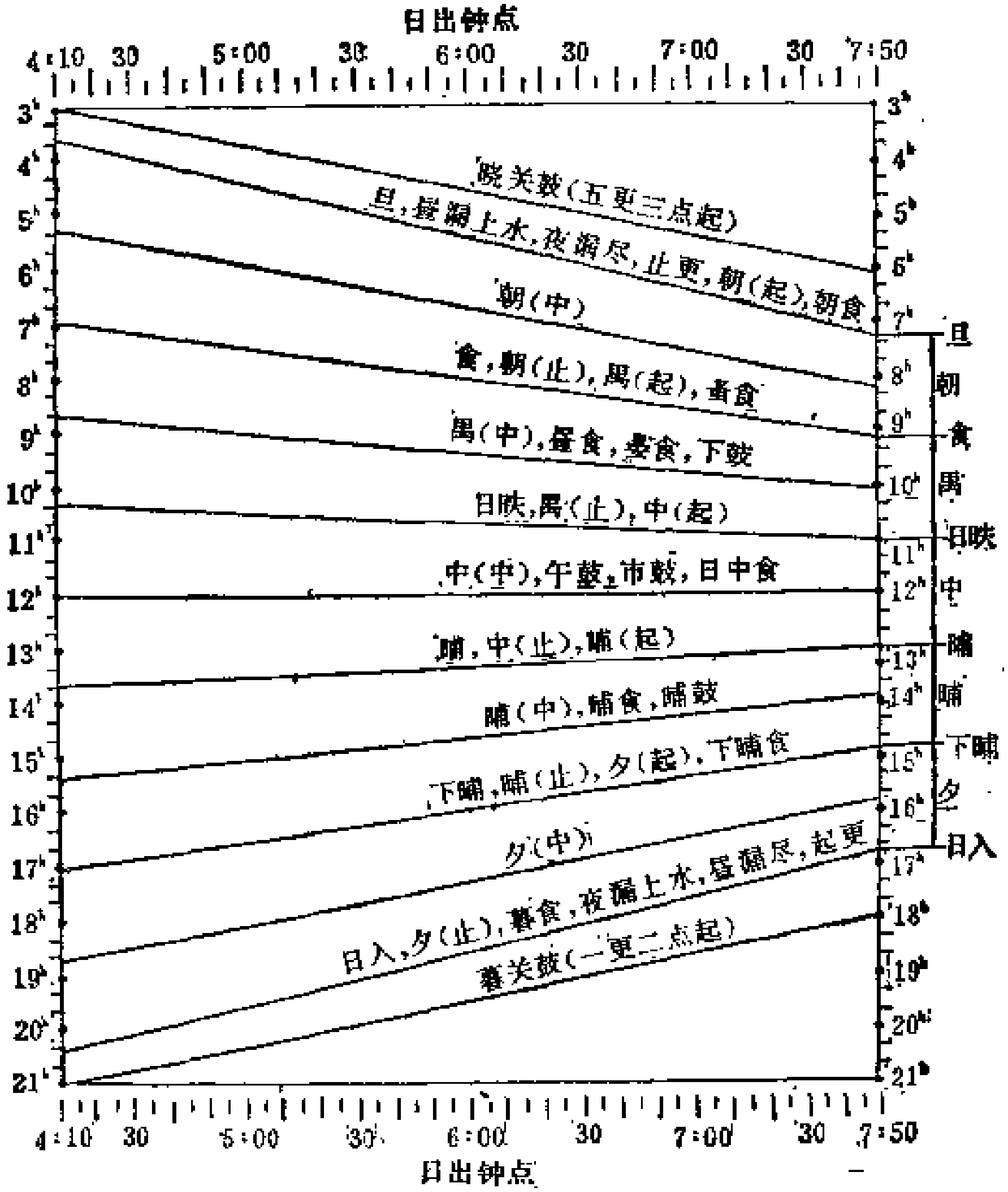


图 4. 昼五分时刻图。

例 3　汉征和四年八月辛酉晦，日有食之，不尽如钩，在亢二度，“晡”时食从西北，日“下晡”时复．

例 4　汉河平元年四月己亥晦，日有食之，不尽如钩，在东井六度……．日“蚤食”时，从西南起．

2. 黑夜五分之（更点制）

《隋书》说：“夜有甲、乙、丙、丁、戊．”《汉书·西域传》杜钦曰：“斥候士，五分夜，击刁斗自守．”《后汉书》卷二十六：“卫士甲乙徼相传甲夜毕，传乙夜，相传尽五夜．　卫士传言五更，未明三刻后《鸡鸣》．”东汉的五更，即西汉的五夜．随日出入而变，是浮动的纪时制．《鸡鸣》是卫士在殿前报时唱的歌曲．宋景德四年定的《鸡唱》词及其行用时日，见《宋史·律历志》．因此报时人员也叫做“更人”．“守更人”或“鸡人”，也叫做“持更人”，“支更人”．

更的起点，在“夜漏上水”，即“昏”，叫做“起更”，“更初”．更的止点在“夜漏尽”，即“旦”，或“明”，叫做“更尽”，“止更”．

(1)　常规更点

常规的五更时刻见图 5．

夜间“改更”要击鼓，五更也叫做“五鼓”．因每更又分五点，总称“更点”．全夜共二十五点．“改点”要击钟，或击钲．要掣筹计点数，也要唱筹数已有多少根，“点”也叫做“筹”或“唱”．如《三国志·曹爽传》：“自甲夜至五鼓”；《晋书·赵王伦传》：“丙夜一筹”；《隋书》卷七：“戊夜三唱”，“戊夜四唱”；《宋会要》第 8021 页：“三鼓四筹”等．　可见更点的异名是历来混用的．更点刻数，在现存历法中最初见于唐武德（公元 619 年）年间《戊寅元历》的各节气更筹刻数表，比朱文鑫等人所谓的更点制之“始”的宋《应天历》（公元 963 年）要早 350 多年，如指更筹算法之始，则《开元占经》卷一〇三中《麟德历》

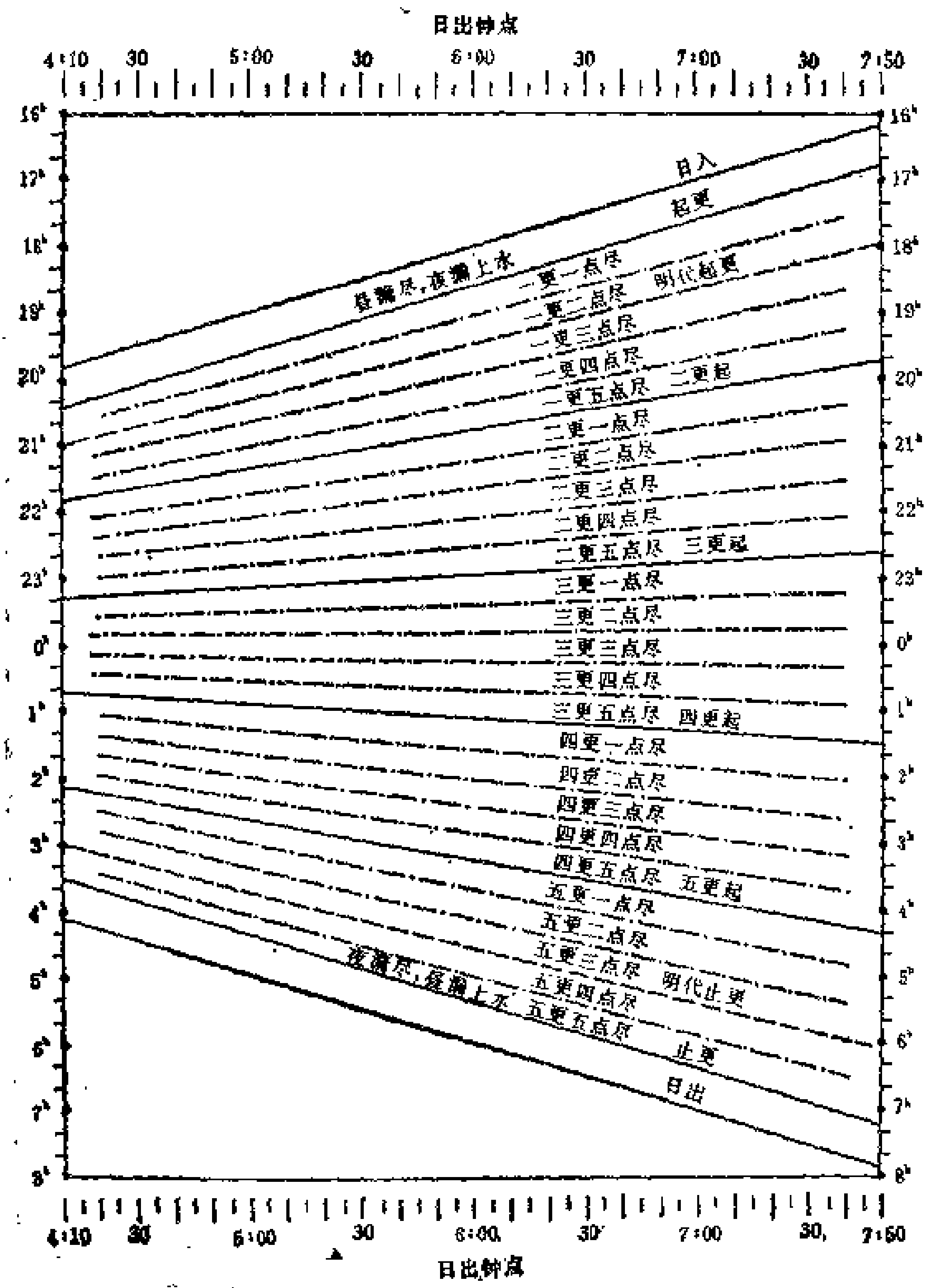


图 5. 常规更点图。

（公元 665 年）也比《应天历》早 290 多年。而在汉代和南北朝天象纪录中出现的"更点制"更早得多。如：

例 5 汉地节元年正月戊午"乙夜"，月食荧惑，荧惑在角亢。

例 6 元嘉十四年丁丑十一月十六日，二更四唱，月始食，三更一唱，食既，在井三十八度，日在斗二十二度。

(2) 宋内中更点

宋代除施行民用常规更点制之外，还有宫禁之内用的"内中更点"。即把夜漏未尽十刻，作为"内中五更五点尽"的"止更点"，也叫做"攒点"。因此，"内中更点"虽和常规民用更点同时"起更"，但"止更"却不同，提早了所谓"待旦十刻"(1/10天)。宋代不少历法都有"内中更点"的算法[1]。宋代京师宫墙之外，才打四更，而宫墙以内已打五更。等到外面"五更尽"时，宫内似乎已是六更了。所谓"天上归来有六更"(杨诚斋诗)，"禁鼓六更交早直"(王禹玉词)，都是当时朝官的说法。为什么要"打六更"或"转六更"呢？有人编出故事，说是宋太祖曾向陈抟老祖请教宋朝国祚能有多久，陈抟预言说"只怕五更头"(一说"寒在五更头")。宋太祖怕将来有人在'五更头'搞政变，就让皇室早起床十刻，以便提前采取措施，加以扑灭。

宋代天象纪录，也有不少是采用"内中更点"的。如：

例 7 裴伯寿言：去年(乾道四年)二月望，月食……复满在戌正三刻，时二更二点。

例 8 太史局言淳熙十二年九月望……太阴交食……《淳熙历》推之……亏初……系"攒点"九刻后。

以上两例，只能按宋内中更点制查算。对宋代天象纪录中的更点，要注意内外有别。否则起更处相近，止更处相差有十刻之多(合 2 小时 24 分钟)。

(3) 明代更点

明代也使用常规更点，但一更一点，一更二点，都不报更，只到"一更三点初"才报(相当于暮关鼓)。早晨"五更三点初"

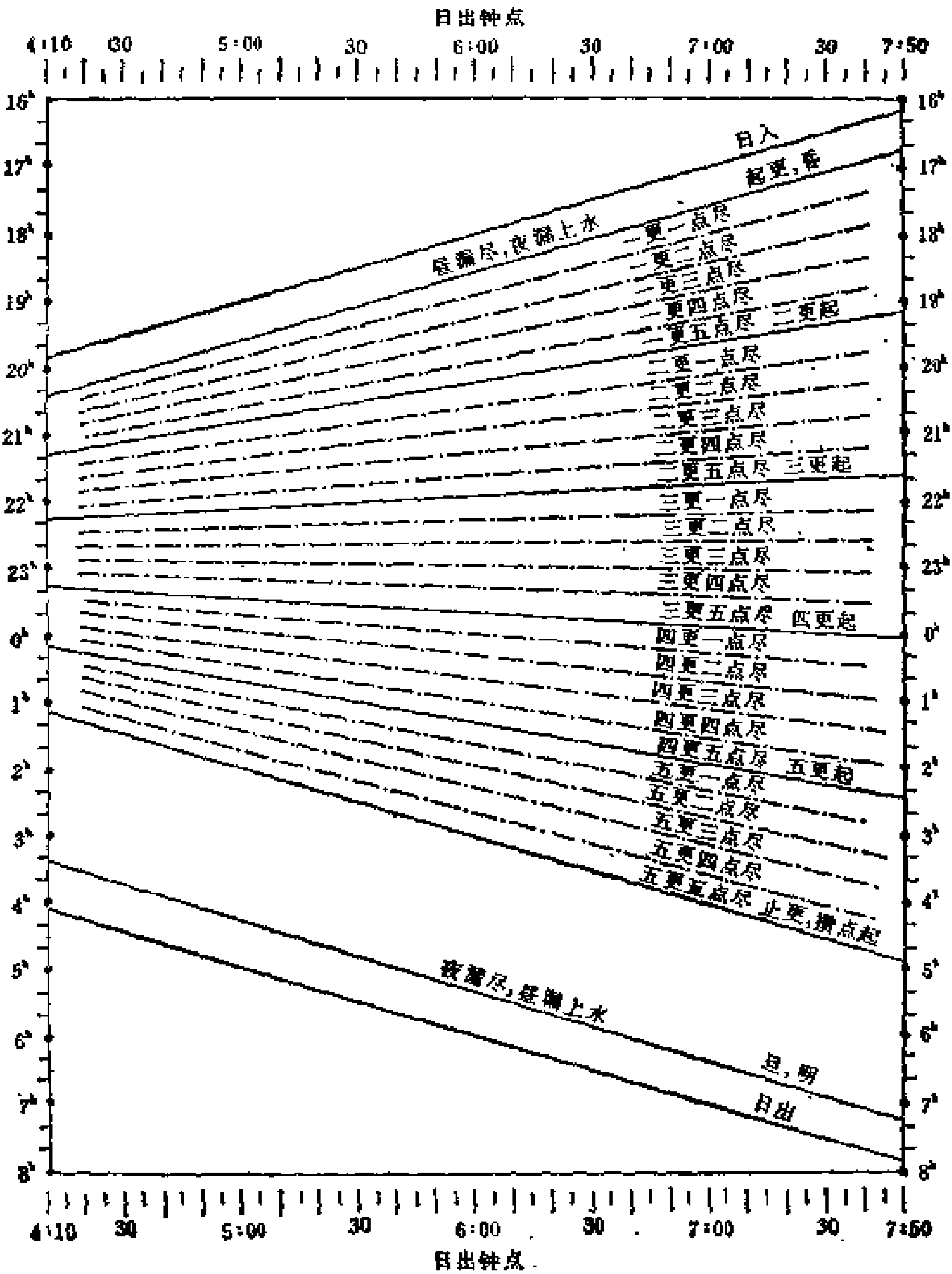


图 6. 宋代内中更点图.

立即攒点(相当于晓关鼓)就止更了. 朱载堉说，明代更点，全夜只有 21 点. 杨升庵说宋代民间更点已是“初更去其二点，

五更去其后二点。首尾止二十一点，非古也。”[19]可是看上文，至迟从唐代起，早晚两次关鼓，就把五更压缩掉四点。

明代更点为何要掐头去尾呢？也有人编造故事来解释。一说是，明太祖梦中有人向他索还国土，太祖答应在五更三点还他，醒后就下令从此每天到五更二点就止更。另一说是，明初南京建城，需填湖造地，已填三座小山，仍不见湖面缩小。于是军师刘伯温定计，由明太祖出面借财主沈万三聚宝盆一观，言明次晨五更三点还盆。太祖命人将盆填土，投入湖内，果然填平成地，即后来的“三山街”一带。太祖为了赖帐，下令从此“只打五更，不打三点”。

明代起更止更时刻，在图5中用虚线表示。

明清以来，民间个别地区也有特殊更点制存在。如广东省“自曲江至三水，相连四五县，皆不转五更。夜止四更，即待天曙。一过佛山，则仍然击五鼓矣。”据传有“梆鼓打五更，水进肇庆城”之说。是以相戒无五更，恐海水泛滥之故，“然增城东界大海，相距不及二百里。何以每夕有五更，而海晏如故？真不可解也。”[20]是否这一地区有坚持采用宋代内中更点制的宋代遗民隐居，待考。

(4) 清代更点

清代的更点制，又不同于宋与明。首先清代采用西来的时分秒(h.m.s)制。一昼夜96刻。起更于日入后西法八刻，即120分钟；止更于日出前西法九刻，即135分钟。因此清代更点要按图7查算。究其原因，《清会典》只说是“台官相传之法”。也许因满族原在关外，地理纬度较高，天文蒙影时间远比关内为长之故。

例9 清乾隆四十年七月戊午，二更，流星如鸡子，出奎宿，西行，俱色赤。八月丙子朔，四更，流星如鸡子，出奎宿，西行，色苍白。

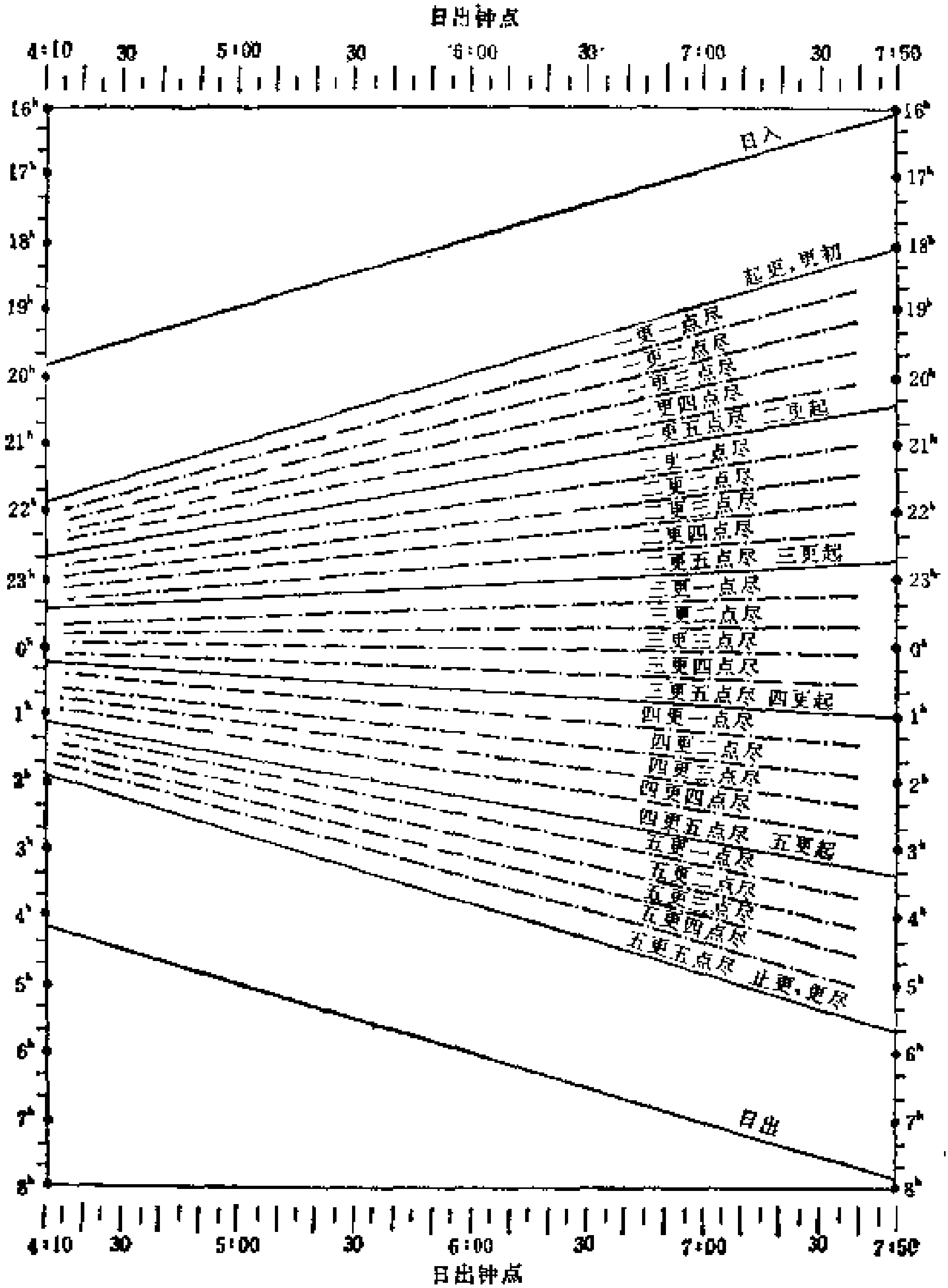


图 7. 清代更点图。

清代的昏旦时刻，规定为日出前减当天当地蒙影时刻为旦，日入后加当天当地蒙影时刻为昏. 可按现行《天文年历》天

文蒙影表计算，本文不详细论述。

（5）黑夜报时

黑夜报时的工具和方式，多种多样。从汉代起，京师卫士沿街‘口头’叫嚷，‘传呼’五夜。直到唐朝，马周奏请“诸街置鼓，每击以警众。令罢‘传呼’。时人便之。”[21] 当时俗称“鼕鼕鼓”，又叫做街鼓，铺鼓。宋朝“京师街衢，置鼓小楼之上，以警昏晓”。[22]所谓“街鼓动，禁城开”（韦莊词）是也。京师“有两楼对峙，谓之钟鼓楼。上有太史局生，测验刻漏”。[23]街鼓听命于钟鼓楼发布的“衙鼓”。衙鼓的鼓点是有乐谱的，在宋代乐苑中叫做《衙鼓格图》，是“宫衙严鼓之节也”。[24]

宫中报时不同于街市。《南史·裴皇后传》：“永明中，上数游诸苑囿。宫人置内深隐，不闻端门鼓漏声。置钟于景阳楼上，应‘五鼓’及‘三鼓’。宫人闻钟声，早起粧饰。”这是宫内的“晨钟”和“夜半钟”了。小说中常举“景阳钟响”形容皇帝上朝，指的是应五鼓的“晨钟”。宋代宫中“报更”，则“更以击鼓为节，点以击钟为节。每‘更初’皆‘鸡唱’。转‘点’即移水称，至五更二点，止鼓契出。五更五点，击钟一百声，鸡唱，击鼓，是谓攒点、至八刻后，为卯时正。四时皆用此法。”[25]待旦本是十刻，经过攒点后，剩余八刻。可见攒点的钟鼓声之多，共占时两刻之久。禁鼓以 1230 声为一通[26]。鼓声稠密，有如蛙噪。当时民间听到“内楼五更绝，梆鼓交作，谓之虾蟆更”[27]。

“梆鼓交作”的“梆”字，起源很古。《易·系辞》：“重门击柝，以待暴客。盖取诸‘豫’（卦）。”《说文》：“欜：行夜所击木，从木橐声。”段注说：“今之敲梆是也”。《西京赋》：“植镮悬猷，用戒不虞。”猷音伐，是打更木，即欜或柝。军中“五分夜”所击“刁斗”，也叫做“金柝”。

明代更点只有二十一点。其报时方式是在一更二点末放“定更炮”即“头炮”，随起一更三点，钟鼓各一声。“改更”或

"转更",放第二炮,随起三更一点,钟鼓如前．三更五点尽,又转四更、五更,钟鼓如前．到五更三点尽,停钟鼓,放"明炮"而止[28]．

清代天津市内报更，冬季有官兵分地段守夜，谓之下夜．保甲也分段设"民更"，击大锣．地保也"支更"，击柝和小锣[29]．

军中报时又自不同．《司马法》说:"昏鼓三通,为大鼜(音糙);夜半三通,为晨戒,且明三通,为发煦．"这是"关鼓"和"夜半鼓"了．《孙子》应变第五："夜以金鼓笳笛为节．"《通礼义纂》："军中置角,以司昏晓，故角为军容也．"[30]所谓"五更戍角干营静"(蒋采岂词)是也．宋代京师城外设警场，"名为武严兵士,以画鼓画角二百，……，日晡及三更时各奏严也．每奏,先鸣角二声罢,一军校执一长软籐条,上系拂子．擂鼓时,众鼓手观其拂子，随其高低，以拂子应其鼓声高下．"[31]这是"晡鼓"和"夜半鼓"了．至于宋代边防军在"军城、野营、行军,当日出日没时，挝鼓千槌．三百三十三槌(或作三百三十槌)为一通．鼓音止,角音动,吹十二声为一叠．角音止,鼓音动,如此三角三鼓,而昏明毕之．"[32]《孙子》军争第七说："夜战多火鼓．"如南宋抗金时"沿江烽火台,每日平安,即于发更时,举火一把．每晚平安,即于次日平明，举烟一把"[33]．这是宋代江防部队在利用光线传递信息,也可兼作起更止更报时之用．边塞军城,常在城门上设有谯楼，也叫做更楼、戍楼、军门、谯门．谯楼的职能有：军事瞭望、测时报时、供奉"上谕"等．为了壮军威，谯楼要加华丽的彩画，所以也叫做画楼、丽谯．谯楼上吹打起来，还得有腔有调．军城常奏的曲牌有《大单于》、《小单于》、《弄江梅》等．如"角声吹落梅花月"(苏轼词),"风悲画角,听单于三弄落谯门"(鲁逸仲词),"疎疎二十五点，丽谯门不锁更声,……,彩角声吹月堕,渐连营马动,四起笳声"(蒋

捷词)，“丽谯三弄江梅晓”(魏杞词)等，都是词人们对军城报更鼓角的描述。

清代乾嘉之际，凉州驻军辕门报时，日落时，放炮一声，俗称“起更炮”．“初更漏尽”，二更开始时，放炮一声，俗称“尽更炮”．天明时，放炮一声，俗称“天明炮”[34]．当时浙江慈豁一带驻军，也是军门点放“明炮”，表示天明[35]．

（四）十分法和百分法

《左传》昭五，有“十时”．梅文鼎说，舟师记时“不分昼夜，夜五更，昼五更，合十二辰为十更．”并加按语：“按此十更记程，而百刻之分，不论冬夏长短，与‘记里鼓’之意略同．若《素问》、《隋志》所云，则以日出入为断，而昼夜有长短，更法因之而变．两法微别．”[36]其实，在高纬度地区，两法差别是显著的．十更制的“更”字，只是计量时间长短的单位，并无固定基准点．船舶选定航向后，用“沙漏”计航行“更”数，中途改航向，要重新另计航行更数．因此是浮动的．舟师们自宋起，以按某“山向”航行“一更”，表示该“山向”海程已行六十里，（一说行四十里）[37]．

自漏壶漏箭问世起，即有“百刻”制．“刻”也是计时单位，是刻在箭身的线格，必须同某时刻点，如“日出”等联系起来，才能表示钟点．如昼漏上水，在日出前二刻半；夜漏上水，在日入后二刻半．其他钟点即从这两个基准点起算刻数．

纬度不同地区，昼夜长短有异．同一纬度地区，昼夜长短也随季节变化．但一支漏箭上刻度固定，不能伸缩．只好按季节需要，更换箭身刻数不同的漏箭，叫做“改箭”．全年应有多少支不同刻数的箭以及应改箭的日期，是由朝廷法令规定的．

汉武帝时规定，按冬至夏至相隔约 180 多天，昼漏长短差

20 刻。 平均九天左右差一刻，因此九天一改箭。 全年共用41支不同的箭。冬至启用第一箭，顺次到第四十一号箭，只用五天多，又回到冬至。

汉和帝时(公元 102 年)改依《夏历》，规定太阳赤纬每差2度4分(即1/10 黄赤大距)，昼漏增减一刻，全年共用 48 支不同的箭。改箭相隔日期不均匀。

刘宋何承天(公元 443 年)把冬至前后，离开"至日"相等天数的两箭上刻数，加以平均。使"至之前后，无复差异"。可以通用一支漏箭。 这样就合并 48 箭为 25 支不同箭。 即冬至、夏至各专用一箭，其余节气对称通用 11 箭，共 13 箭。两气间 24 个正中"半气"点，也对称通用共 12 箭。改箭日期为半个气，按平气算约合 7.61 天。

宋代燕肃(公元 1030 年)的莲花漏，24 节气各改箭一次，但昼夜又分为两箭，共有 48 支不同的箭。按"平气"算，改箭天数相等。

宋皇祐年间(公元 1049 年)，周琮等改用 41 支不同的箭，但改箭天数不均匀。

沈括的熙宁浮漏(公元 1068 年)全年只用一支漏箭，箭上刻有十二辰和百刻。但在箭身中开槽，嵌入"更点博牘。"全年共 21 支不同的博牘，即由夏至"夜漏 35 刻"博牘起，每增一刻，改一个博牘，直到冬至"夜漏 55 刻"博牘为止。"改牘"天数不均匀。牘身更点刻度，似乎应兼备"正衙更点"和"内中更点"两种刻尺。

宋淳熙中(公元 1174 年到 1189 年)陈宗武改燕肃 48 箭为 24 支不同的箭，即昼夜合并为一箭。依吕才法，用《符天》定时。

这些法定漏刻及改箭日期，还在当时颁行的官历本中加注，指导全国遵用。现存的《宋宝祐四年(1256年)会天历》，在

某些日期下注有昼夜漏刻数，皆指从该日起应当改用的新漏箭上的刻数，一直用到其后某日再注另一漏刻数为止．因是人所共知，所以历术中未说．但后世历本中已不注改箭日期，世人也就忘了这条注历项目，于是引起几位在此“宋本历书”后面题跋的清代考据家们的骇怪．他们误解所注昼夜漏刻数，是当天出现的实况，惊讶于在夏至前十七天昼漏即达极长六十刻，而昼漏极短四十刻也早于冬至十七天．而这二者离在先的五十九刻和四十一刻约十五天，离在后的五十九刻和四十一刻约三十四天，相差太悬殊，实在“不可解”（陈杰语）．看来《会天历》算法太怪，“不但二十三气，并冬至亦不依定气矣”（蔡复午语）。也有人认为是传抄出的问题，“太阳有此前后不齐行度乎？盖钞胥之误”（金望欣语）。这些话均见于《宋元旧本书经眼录》。这《宋宝祐四年会天历》传本中的漏刻注文虽略有脱误，但仍可看出其漏箭制度是从四十刻到六十刻，共用二十一箭，时差一刻，改箭一次．用期最长的箭在二至附近连用三十四天，用期最短的箭在二分附近连用五天多．因随太阳赤纬变化大小改箭，故而改箭天数不均匀．

天象纪录中常举某一“时刻点”，再加离此点前后的刻数，表示时间．如：

例 10　汉河平元年二月甲申，日出亦如血，亡光，“漏上”四刻半，乃颇有光，烛地赤黄，“食”后乃复．

一昼夜分“百刻”，各历均同．每刻再如何细分“小分”，则各历有些分歧．早期历法有每刻 10 分及每刻 100 分的．有些历法所用“日法”特殊，推导出每刻分数也不整齐．最后为了配合十二辰，官方民间都通用每刻 60 分．

清代官方废百刻制，但清代民间仍有行用百刻制的．

“刻”数和“分钟”数换算表见表 3．

例如某天象发生在“某日未晡七刻”．先换算公历日期，

表 3　刻数换算分钟数表

（半刻等于 7.2 分钟）

刻数	钟点		分钟	刻数	钟点		分钟
	h	m	m		h	m	m
1	0	14.4	14.4	10	2	24.0	144
2	0	28.8	28.8	20	4	48.0	288
3	0	43.2	43.2	30	7	12.0	432
4	0	57.6	57.6	40	9	36.0	576
5	1	12.0	72.0	50	12	0.0	720
6	1	26.4	86.4	60	14	24.0	864
7	1	40.8	100.8	70	16	48.0	1008
8	1	55.2	115.2	80	19	12.0	1152
9	2	09.6	129.6	90	21	36.0	1296
10	2	24.0	144.0	100	24	0.0	1440

并按地理纬度，查图1得当天日出时刻；再查图 4，得"晡"的起点的钟点；然后扣除从表 3 查得的"七刻"，或不查表3，直接扣除(7 × 14.4)分钟即可。　又如某天象发生在"某日漏上四刻半"。先换算公历日期，并按地理纬度，查得图 1 当天日出时刻；再查图 4，得当天昼漏上水钟点；最后加上表 3 中"四刻半"的分钟数，或直接加上(4.5 × 14.4)分钟，不查表 3.

（五）一些含义不明确的纪时用语

天象纪录中有一些纪时用语，含义不能如上文所述各图表中的用语明确．有待估计斟酌的尚有：将晓，向晓，夜将旦，昧爽，黎明，拂晓，凌晨，夜漏欲尽，夜漏且尽，曙，日未出，日将晡，向夕，将夕，日未没三四竿许，日未及地五尺间，日将没，日将入，日尚未落，日尚未入，日没后，将昏，薄昏，日将暮，薄暮，晚，日将晚，傍晚，旁晚，晚未黑，常星未现，日将暝，暝，昧时，初三夜月初落后，等等．在《天象纪录总集》油印本（待

定稿)中它们虽只偶然出现一两次，但仍不应忽视，有待进一步考订。

二、按"日正午"定的固定基准点，纪时制度考

对古代报时手段引起的滞后误差而言，可略去平太阳时与真太阳时的差别不计。"日正午"不随地理纬度和季节而变，因此无需知道当天日出时刻，比上文浮动纪时制，省去不少换算程序。

(一) 十二分法——十二辰

十二辰是有固定时刻点的纪时制度，即以太阳南中作为"午时的正中点"，均分一昼夜为十二等分。每辰合2个小时(或120分钟)。"午正"可用圭表或赤道式日晷来测定。十二辰的名称为：夜半子，鸡鸣丑，平旦寅(平明寅)，日出卯，食

表4 常规十二辰"时初"、"时正"对应钟点表

名称	h	m	名称	h	m
子初	23	0	午初	11	0
子正	0	0	午正	12	0
丑初	1	0	未初	13	0
丑正	2	0	未正	14	0
寅初	3	0	申初	15	0
寅正	4	0	申正	16	0
卯初	5	0	酉初	17	0
卯正	6	0	酉正	18	0
辰初	7	0	戌初	19	0
辰正	8	0	戌正	20	0
巳初	9	0	亥初	21	0
巳正	10	0	亥正	22	0

表 5　十二辰和二十四时的"小份"对应分钟表

	小份数	−1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
十二辰	名称			强	少弱	少	少强	半弱	半	半强	太弱	太	太强	一辰弱	一辰
十二辰	时间			10^m	20^m	30^m	40^m	50^m	60^m	70^m	80^m	90^m	100^m	110^m	120^m
二十四时	名称	某弱	某	某强	某少弱	某少	某少强	某半弱	某半	某半强	某太弱	某太	某太强	[某]弱	某[某]之间
二十四时	简称		←	某初	→			←	某止	→			←	某末	→
二十四时	泛称		←						某						→
二十四时	对应时间	-5^m	0^m	5^m	10^m	15^m	20^m	25^m	30^m	35^m	40^m	45^m	50^m	55^m	1^h

注："某"代表时辰名，"[某]"代表下一时刻的时辰名.

时辰，隅中巳(禺中巳)，日中午(日南午)，日昳未，晡时申，日入酉，黄昏戌，人定亥．每辰的起点叫“某时初”或“某初”；正中点叫“某时正”、“某正”，或“某半”．浑仪的时圈上，刻有十二辰．漏壶的漏箭上也有刻十二辰的，如沈括的全年通用的漏箭即是．因此“某时”也叫做“某刻”，如“申刻”，“巳刻”等．

十二辰的起迄点、正中点的钟点，见表4．

例11 魏太和十四年二月己巳朔，未时日蚀．

每辰的小数也是十二进制，就是以10分钟为一个小分，各有专名，见表5．后世各历法中，计算交食的“加时”，常用此制．所谓“加时”，指在“地盘”上(指相对于地面而言是静止的浑仪时圈上)将画有太阳标记的“天盘”(指活动的盘面)绕浑仪球心旋转，使太阳标记“加”到时圈上所刻某个时辰的刻度范围中去．

赤道式日晷是把沉重复杂的浑仪简化，只用圆盘和表杆代替时圈和南北极轴，没有规环掩蔽．表影所指处，标出时圈上太阳方位的名称(互差180°)，就成了轻便的测时仪器．其问世最晚不能迟于唐大中五年(公元851年)依“一行遗法”造的“土圭”(见《安徽宁国府志》)．我们认为该土圭是最早的赤道式日晷，此器用法是“春视其面，秋睨其背，以(春秋)二分为断，盖一行遗法(约公元720年)．”它的形状是一片整圆的石盘，比宋宣和年间(约公元1120年)曾南仲制造的所谓“最早”的赤道式日晷要早200多年．如从一行时代算起，要比曾氏早400年．传世的赤道式日晷的刻度，除有辰与辰之间的分界线外，还有各辰的正中线．

(二) 二十四分法——二十四时制

二十四时的名称和顺序，全同罗盘上的“二十四山”，或“二十四至”，或“二十四到”(见图9)．是由“八干”(十干中

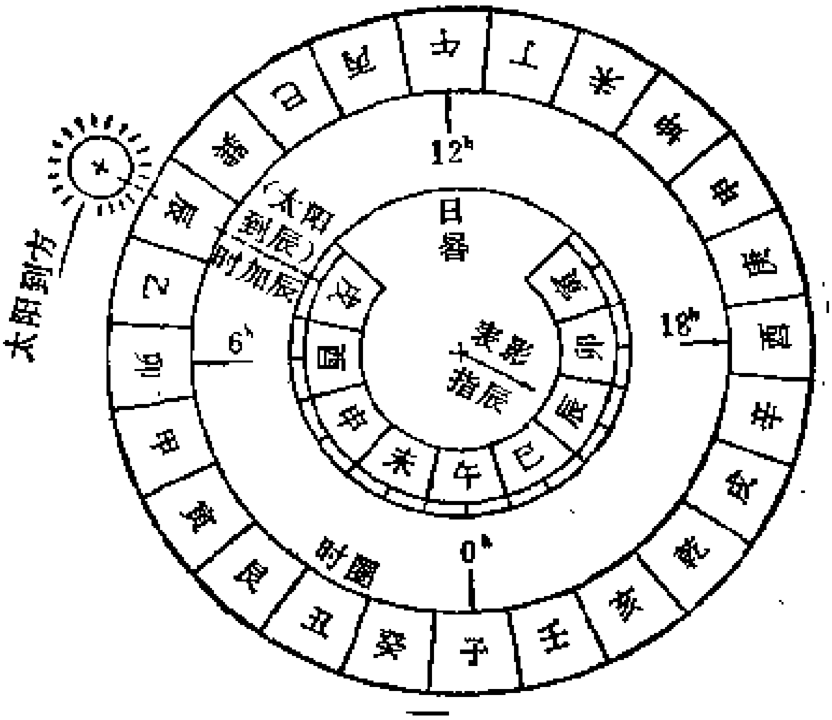


图8. 时圈与日晷对比图.

删去戊己)，“四维”(八卦中的艮巽坤乾)和“十二辰”组成的，简称“维辰”. 其起迄点见表 6. 其‘小分’的间隔，也见于表 5 的最下一横行中. 这纪时制度在魏晋南北朝的天象纪录中是常用的，但到唐代就只用于择葬了[38].

例 12 魏黄初二年六月二十九日戊辰. 加时未，日蚀. 《乾象术》加时“申半强”. 于“消息”就加“未”. 《黄初术》以为加“辛强”. 《乾象》后天“一辰半强”，为近. 《黄初》“二辰半”为远. “消息”与天近.

明代《三命通会》说: “癸为子下四刻，艮为丑下四刻，……”即把八干四维放在十二辰的各个“时正”部份，比表 6 起迄钟点提早 30 分钟. 清代《十驾斋养新录》说: “子初为壬时，丑初为癸时，寅初为艮时，…….”即把八干四维放在十二辰的各个“时初”部份. 比表 6 起迄钟点推迟 30 分钟. 明代《墨娥小录》中的“量天尺”尺面刻度图，就是推迟 30 分钟的二十四时在民间仪器上应用实例.

表 6 二十四时初起、正中对应钟点表

加时	初起		正中		加时	初起		正中	
	h	m	h	m		h	m	h	m
子	23	0	0	0	午	11	30	12	0
癸	0	30	1	0	丁	12	30	13	0
丑	1	30	2	0	未	13	30	14	0
艮	2	30	3	0	坤	14	30	15	0
寅	3	30	4	0	申	15	30	16	0
甲	4	30	5	0	庚	16	30	17	0
卯	5	30	6	0	酉	17	30	18	0
乙	6	30	7	0	辛	18	30	19	0
辰	7	30	8	0	戌	19	30	20	0
巽	8	30	9	0	乾	20	30	21	0
巳	9	30	10	0	亥	21	30	22	0
丙	10	30	11	0	壬	22	30	23	0

其所以出现与术士们通用的表6不一致的另外两种二十四时，原因在于自唐以来只有堪舆家们择葬时才采用二十四时制，而他们用罗盘选取地面方位时，除按表6各山向的正中点，作为正山向，即“正针”取向法外，还出现了“缝针”取向的学派。如把表6和图9的丙山(即丙时)和午山(即午时)的分界线，作为“午”山的正中心线，所谓应先天之气的前缝针取向法，就出现了太阳到方提前30分钟的“前缝针午山”。如把表6和图9的午山(即午时)和丁山（即丁时）的分界线，作为“午”山的正中心线，所谓应后天之气的后缝针取向法，就出现了太阳到方推迟30分钟的“后缝针午山”。

（三）浑仪时圈刻度与赤道式日晷的起源

前赵孔挺造浑仪(公元323年)，在其赤道圈上就曾“依古浑仪法”，“署以维辰”表示时间。比沈括在熙宁（约公元1070年)浑仪的时圈上刻上“辰刻”要早700多年；比邵谔在绍兴

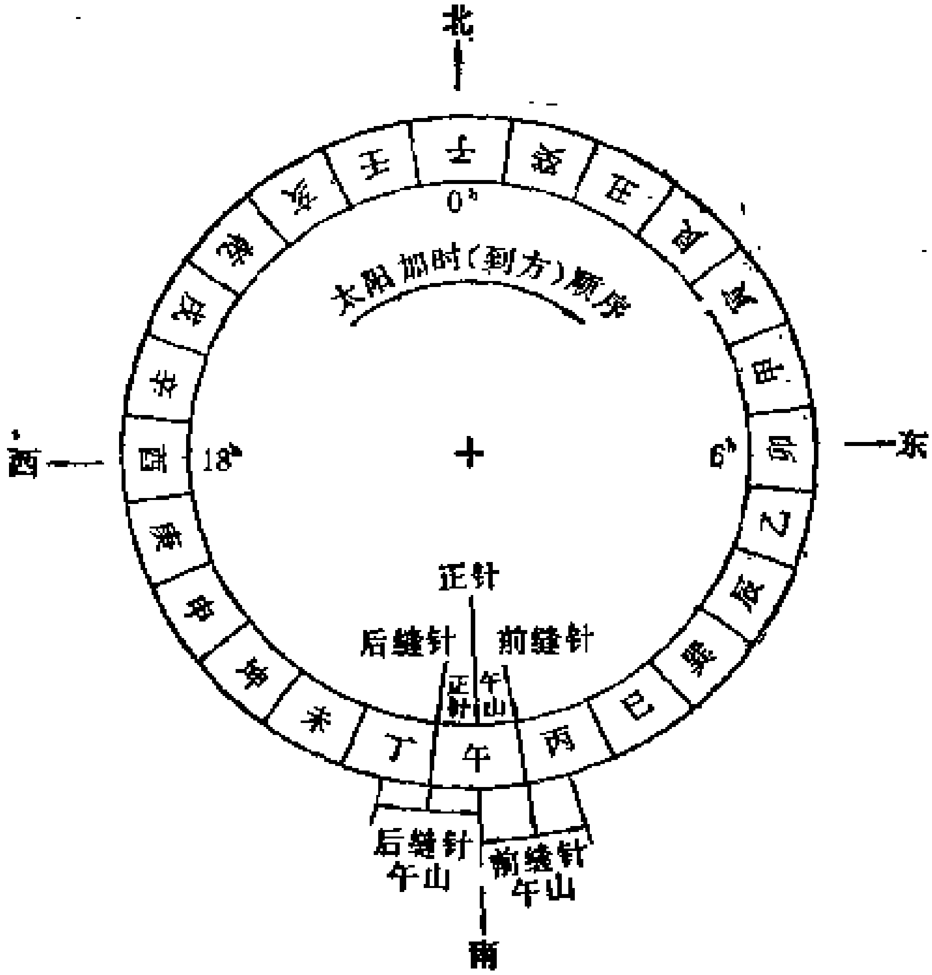


图 9. 正针取向与缝针取向图.

(约 1150 年)浑仪的时圈上刻上“百刻”要早 800 多年. 所谓“古浑仪法”,如指张衡,则时圈上维辰刻度约在公元 120 年出现;如指落下闳,则约在公元前 104 年就出现时圈上维辰刻度了.

孔挺浑仪的地平圈上也“署以维辰”，表示方位. 这也是依“古浑仪法”. 而当二十四时制渐被遗忘，只知用十二辰纪时之后，留下地平圈上的“方位维辰”，长期被误解做时间刻度. 这一误解,到周琮和沈括(约 1070 年)等人，才重新被纠正. 加之纪时既单用十二辰，而方位也有单用十二辰的,(如用律管“候气”时,十二根管子按十二辰方位掩埋)，这更加深了概念混淆. 这误解，促成了隋开皇年间(公元 594 年)袁充

创造"等分刻度,不等分时间"的"十二辰地平式日晷",即所谓"短影平仪".[39] 天象纪录中尚未见行用过袁充的不等分十二辰，故本文不予讨论. 但据《隋书》可知其刻度有十二辰的分界线和中点线，与赤道式日晷的刻度完全相同. 我们是否可以设想,由于袁充误认为地平圈刻度是时间刻度,想突出地平圈来简化复杂的浑仪,创造出"用孤立的地平圈,看表影测时"的仪器,结果不受欢迎,才启发了某些人改从孤立时圈人手来简化复杂的浑仪、创造轻便测时仪器的想法. 从而出现了赤道式日晷. 如果史实确如笔者臆度，那么赤道式日晷的问世年份，似当在袁充(公元 594 年)到一行(公元 720 年)之间.

也许正因为"漏壶加赤道式日晷"比较方便之故,才使"昼用辰刻,夜用更点,"成为一千三百年来我国人民生产、生活和天象纪录中常用的纪时制度了.

(四) 十二辰与百刻结合——辰刻制

随着二十四时制在唐代退出天象纪录阵地后,每辰的"十二小分"制也被百刻制取代了. "刻"是计量单位,必须与某一时刻点并用，才能表示钟点. 十二辰的起点、正中点，都是固定的(相对于太阳南中而言). 且有圭表，日晷，可供校核"午正". 与百刻制结合,可从每辰的起点或正中点开始顺数已流逝的刻数.

1. 从辰的起点"时初"开始"顺数"刻数

辰与刻最简便的结合方式是从十二辰的起点，顺数已流逝的刻数. 天象纪录的例子有:

例 13 隋开皇五年六月三十日 (公元 585 年 7 月 2 日),(依历太阳亏,日在七星六度. 加时在午少强上. 食十五分之一半强. 亏起西南角.)今伺候,日乃在"午后六刻"上始食,亏

表 7　时初起顺数 8 刻及畸零，各刻开始相应钟点表

辰＼刻	0		1		2		3		4		5		6		7		8	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
子正	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	12	0	26.4	0	40.8	0	55.2
丑	1	0	1	14.4	1	28.8	1	43.2	1	57.6	2	12	2	26.4	2	40.8	2	55.2
寅	3	0	3	14.4	3	28.8	3	43.2	3	57.6	4	12	4	26.4	4	40.8	4	55.2
卯	5	0	5	14.4	5	28.8	5	43.2	5	57.6	6	12	6	26.4	6	40.8	6	55.2
辰	7	0	7	14.4	7	28.8	7	43.2	7	57.6	8	12	8	26.4	8	40.8	8	55.2
巳	9	0	9	14.4	9	28.8	9	43.2	9	57.6	10	12	10	26.4	10	40.8	10	55.2
午	11	0	11	14.4	11	28.8	11	43.2	11	57.6	12	12	12	26.4	12	40.8	12	55.2
未	13	0	13	14.4	13	28.8	13	43.2	13	57.6	14	12	14	26.4	14	40.8	14	55.2
申	15	0	15	14.4	15	28.8	15	43.2	15	57.6	16	12	16	26.4	16	40.8	16	55.2
酉	17	0	17	14.4	17	28.8	17	43.2	17	57.6	18	12	18	26.4	18	40.8	18	55.2
戌	19	0	19	14.4	19	28.8	19	43.2	19	57.6	20	12	20	26.4	20	40.8	20	55.2
亥	21	0	21	14.4	21	28.8	21	43.2	21	57.6	22	12	22	26.4	22	40.8	22	55.2
夜子初	23	0	23	14.4	23	28.8	23	43.2	23	57.6	—	—	—	—	—	—	—	—

表 8　时正起顺数8刻及畸零，各刻开始对应钟点表

刻 / 辰	0		1		2		3		4		5		6		7		8	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
子正	0	0	0	14.4	0	28.8	0	43.2	0	57.6	0	12	1	26.4	1	40.8	1	55.2
丑正	2	0	2	14.4	2	28.8	2	43.2	2	57.6	2	12	3	26.4	3	40.8	3	55.2
寅正	4	0	4	14.4	4	28.8	4	43.2	4	57.6	4	12	5	26.4	5	40.8	5	55.2
卯正	6	0	6	14.4	6	28.8	6	43.2	6	57.6	6	12	7	26.4	7	40.8	7	55.2
辰正	8	0	8	14.4	8	28.8	8	43.2	8	57.6	8	12	9	26.4	9	40.8	9	55.2
巳正	10	0	10	14.4	10	28.8	10	43.2	10	57.6	10	12	11	26.4	11	40.8	11	55.2
午正	12	0	12	14.4	12	28.8	12	43.2	12	57.6	12	12	13	26.4	13	40.8	13	55.2
未正	14	0	14	14.4	14	28.8	14	43.2	14	57.6	14	12	15	26.4	15	40.8	15	55.2
申正	16	0	16	14.4	16	28.8	16	43.2	16	57.6	16	12	17	26.4	17	40.8	17	55.2
酉正	18	0	18	14.4	18	28.8	18	43.2	18	57.6	18	12	19	26.4	19	40.8	19	55.2
戌正	20	0	20	14.4	20	28.8	20	43.2	20	57.6	20	12	21	26.4	21	40.8	21	55.2
亥正	22	0	22	14.4	22	28.8	22	43.2	22	57.6	22	12	23	26.4	23	40.8	23	55.2

起西北角，十五分之六．至“未后一刻”还生，至“五刻”复满．

张胄玄的大业四年（公元608年）《戊辰元历》日出入表和唐武德《戊寅元历》，都是从“时初”起顺数“八刻有零”的辰刻制，见表7．

2．从辰的正中点“时正”开始顺数刻数

唐中叶以后，出现了从“时正”起顺数八刻的另一种辰刻制．见表8．天象纪录的例子有：

例14 唐上元二年七月癸未朔（公元761年8月5日），日有食之，大星皆见．司天秋官正瞿昙撰奏曰：癸未太阳亏，“辰正后六刻”起亏．“巳正后一刻”既．“午前一刻”复满．亏于张四度．

出现从“时正”起算的辰刻制的原因在于报时方式．笔者虽未查到唐代报时制记载，但在宋代宫中，已经是自卯至酉，用时牌七个，“制以牙，刻字，填金”，用来“告时于昼”．每一时，直官进牌，一服绿者执牙牌，奏“某时正”．鸡人引唱，击鼓一十五声．（午正击鼓一百五十声）．太史局生，每刻鸣鼓一下，曰“某时几棒鼓”．雍熙二年三月诏：中书省“申后二棒鼓”出，枢密院“申后四棒鼓”出．“申后”指“申正牌”之后这新的辰刻制使民间也受其影响．宋代开封“街鼓小楼”，也列牌于楼上，叫做“街牌”．时正后换牌．直到清代福州鼓楼漏壶丢失后，“只设十二时木牌，需人更换矣”．小说中所谓“某牌时分”的语源，即由“街牌”而来．要按表8换算．

3．迟一个小时的第二种“十二辰”（五代，宋行用过）

宋大中祥符三年（公元1010年）韩显符《铜浑仪法要》辰刻制行用后，引起了混乱．他在《法要》日出入时间表上，把常规辰刻的“时正”改称“时初”，成为新的辰刻制（见表9）．其

表9 "进时牌"起算,"时正"改名"时初"(韩显符晷刻)对应钟点表

刻 / 牌	0		1		2		3		4		5		6		7		8	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
子(牌)初	0	0	0	14.4	0	28.8	0	43.2	0	57.6	0	12	1	26.4	1	40.8	1	55.2
丑(牌)初	2	0	2	14.4	2	28.8	2	43.2	2	57.6	2	12	3	26.4	3	40.8	3	55.2
寅(牌)初	4	0	4	14.4	4	28.8	4	43.2	4	57.6	4	12	5	26.4	5	40.8	5	55.2
卯(牌)初	6	0	6	14.4	6	28.8	6	43.2	6	57.6	6	12	7	26.4	7	40.8	7	55.2
辰(牌)初	8	0	8	14.4	8	28.8	8	43.2	8	57.6	8	12	9	26.4	9	40.8	9	55.2
巳(牌)初	10	0	10	14.4	10	28.8	10	43.2	10	57.6	10	12	11	26.4	11	40.8	11	55.2
午(牌)初	12	0	12	14.4	12	28.8	12	43.2	12	57.6	12	12	13	26.4	13	40.8	13	55.2
未(牌)初	14	0	14	14.4	14	28.8	14	43.2	14	57.6	14	12	15	26.4	15	40.8	15	55.2
申(牌)初	16	0	16	14.4	16	28.8	16	43.2	16	57.6	16	12	17	26.4	17	40.8	17	55.2
酉(牌)初	18	0	18	14.4	18	28.8	18	43.2	18	57.6	18	12	19	26.4	19	40.8	19	55.2
戌(牌)初	20	0	20	14.4	20	28.8	20	43.2	20	57.6	20	12	21	26.4	21	40.8	21	55.2
亥(牌)初	22	0	22	14.4	22	28.8	22	43.2	22	57.6	22	12	23	26.4	23	40.8	23	55.2

表 10 小刻在时初、时正

辰＼刻	初初		初一		初二		初三		初四	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
子	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
丑	1	0	1	2.4	1	16.8	1	31.2	1	45.6
寅	3	0	3	2.4	3	16.8	3	31.2	3	45.6
卯	5	0	5	2.4	5	16.8	5	31.2	5	45.6
辰	7	0	7	2.4	7	16.8	7	31.2	7	45.6
巳	9	0	9	2.4	9	16.8	9	31.2	9	45.6
午	11	0	11	2.4	11	16.8	11	31.2	11	45.6
未	13	0	13	2.4	13	16.8	13	31.2	13	45.6
申	15	0	15	2.4	15	16.8	15	31.2	15	45.6
酉	17	0	17	2.4	17	16.8	17	31.2	17	45.6
戌	19	0	19	2.4	19	16.8	19	31.2	19	45.6
亥	21	0	21	2.4	21	16.8	21	31.2	21	45.6
夜子	23	0	23	2.4	23	16.8	23	31.2	23	45.6

十二辰起点比同名的常规十二辰起点(表 8)正好晚一个小时(60 分钟)。换算宋代十二辰的钟点，必须注意这一差别。否则差一小时。

当然事非一夕造成，且看晋天福三年(公元 938 年)司天台奏：

"……夫中星昼夜一百刻，分为十二时，每时有八刻三分之一。假令《符天》以六十分为一刻，一时有八刻二十分。四刻十分为'正前'，十分四刻为'正后'。二十分中，必为'时正'。上占以来，皆依此法。

"自唐室之季，巢贼犯京，既失旧《经》，漏刻无准。伏以见

起点的"辰刻"相应钟点表

正初		正一		正二		正三		正四	
h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
0	0	0	2.4	0	16.8	0	31.2	0	45.6
2	0	2	2.4	2	16.8	2	31.2	2	45.6
4	0	4	2.4	4	16.8	4	31.2	4	45.6
6	0	6	2.4	6	16.8	6	31.2	6	45.6
8	0	8	2.4	8	16.8	8	31.2	8	45.6
10	0	10	2.4	10	16.8	10	31.2	10	45.6
12	0	12	2.4	12	16.8	12	31.2	12	45.6
14	0	14	2.4	14	16.8	14	31.2	14	45.6
16	0	16	2.4	16	16.8	16	31.2	16	45.6
18	0	18	2.4	18	16.8	18	31.2	18	45.6
20	0	20	2.4	20	16.8	20	31.2	20	45.6
22	0	22	2.4	22	16.8	22	31.2	22	45.6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

行漏刻，自'午初四刻'原称'巳时'，已入'未时'，犹打'午正'。若不改更，终成错误。……近取到水秤较验，方知见行漏刻差误。假令以'午时'为例，从'午时五刻'上，行作'午时一刻'，侵至'未时四刻'，方满八刻，方终'午时'。自日出后，至日入以来时刻，皆如此例相侵。

"伏乞改正，从'时初一刻'至'四刻'后，进'正牌'，八刻终为'一时'。后时却从'初'起。时辰自正，晷漏无差。"从之。[40]

可是其后，到宋代仍然是到"时正"方进"时牌"，"又每时正已，传一刻，至八刻已，传次时，即二时初末，相侵殆半"，[41]仍然未改。所以自唐末到宋末的天象纪录，如换算十二辰，要

当心这种差异。否则相差有一小时之多。

4. 时初、时正分两段各顺数刻数

天禧三年(公元 1066 年)周琮等造《明天历》,始按马重绩所说《符天》定时,立"半辰"法,每"时初"行一刻,至四刻六分之一,为"时正".终八刻六分之二,则交"次时". 但在皇祐(约公元 1050 年)漏刻表中,其日出入的时刻,仍是从"时正"起,顺数"八刻有零". 只是把韩显符用的"时初"改称"时正",恢复了古来原称. 每个半辰,即时初、时正,各自从起点顺数刻数. 见下文各表.

5. "十二辰"与"百刻"结合上的困难

由于百刻不能被十二辰整除,难以结合在一起,曾有过三类解决方式:

(1) 改一昼夜的总刻数. 这有过三种办法:

① 总 120 刻,汉建平年间(公元前 6 年) 又王莽 (公元 9 年),每辰占 10 刻.

② 总 96 刻,梁天监六年(公元 507 年),每辰占 8 刻.

③ 总 108 刻,梁大同十年(公元 544 年), 每辰占 9 刻.

(2) 十二辰占刻不等分,术士中有此说,有五种办法:

① 寅申巳亥四时各占 9 刻, 余八时各占 8 刻, 总 100 刻.

② 子午卯酉四时各占 9 刻, 余八时各占 8 刻, 总 100 刻.

此制在个别《通书》中有时圈刻度图绘出.

③ 辰戌丑未四时各占 9 刻,余八时各占 8 刻,总 100 刻.

④ 子午二时各占 10 刻,余 10 时,各占 8 刻,总 100 刻.

⑤ "夜子初"占 4 刻,"子正"占 8 刻, 余 11 时, 也各占 8

刻，子正从夜半起，总100刻．即一日分“十二有半”辰．

以上散见《蠡海集》，《河洛理数》，《三命通会》，《居家必用事类全集》等书．不具引原文．

（3）每刻的分数采用3或6的倍数．

每刻再细分成若干分．其方法，历代有所不同．除早期各历有每刻作10分或10的倍数外，后世绝大多数历法对每刻的分数均采用3的倍数．在时分“初、正”后，又出现6的倍数．如元代简仪的百刻环上，每刻再分36分．

通行最广的每刻60分制，最早见于《隋书》张胄玄的日出入时刻表，后见于各种《通书》中引唐代吕才说的《符天》定时，再见于五代马重绩奏章（上引）和宋代《皇祐漏刻》．宋代官方、民间俱已通用．此后元明清的《通书》和医书中均作“每刻60分”．

6. 大小刻顺序

十二辰分百刻，每刻60分，每辰占8刻20分，时初、时正各占4刻10分．于是又出现了“大刻”60分，“小刻”10分，两种名称．小刻又叫做“微刻”，“小分”等等．“时初”、“时正”各有“初、一、二、三、四”共大小五刻．其中大小刻的先后位置，出现了分歧：

（1）小刻在半辰之前部

唐代吕才说，“符天定时”本是小刻在先，即“初初刻”、“正初刻”各10分．时初、时正的后四刻都是大刻．民间各种“百中经”、“万年历”、“通书”、“医书”历代相承不变．

民间行用“小刻在先”的符天定时制度，马重绩称为古历．也见于民间漏箭上的刻度，明代方以智所见漏箭“以百刻分十二时，每时八刻二十分，每刻六十分，‘初初’、‘正初’各十分．故每时共五百分．岁统二百十六万分，悉刻之于箭．以今尺

表 11　小刻在时初、时正

刻 辰	初初		初一		初二		初三		初四	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
子	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
丑	1	0	1	14.4	1	28.8	1	43.2	1	57.4
寅	3	0	3	14.4	3	28.8	3	43.2	3	57.4
卯	5	0	5	14.4	5	28.8	5	43.2	5	57.4
辰	7	0	7	14.4	7	28.8	7	43.2	7	57.4
巳	9	0	9	14.4	9	28.8	9	43.2	9	57.4
午	11	0	11	14.4	11	28.8	11	43.2	11	57.4
未	13	0	13	14.4	13	28.8	13	43.2	13	57.4
申	15	0	15	14.4	15	28.8	15	43.2	15	57.4
酉	17	0	17	14.4	17	28.8	17	43.2	17	57.4
戌	19	0	19	14.4	19	28.8	19	43.2	19	57.4
亥	21	0	21	14.4	21	28.8	21	43.2	21	57.4
夜子	23	0	23	14.4	23	28.8	23	43.2	23	57.4

度箭之刻分．尺之一分准刻之十分，‘初初’，‘正初’，为尺之一分，‘初一’，‘正一’为尺之六分，此其大略也。”[42]

(2) 小刻在两“半辰”之末部

官历则宋元明都是上半时，“初初刻”直到“初三刻”都是大刻，最后“初四刻”是小刻．下半时，“正四刻”是小刻．如宋代王普《官历刻漏图》(此书后经一林氏改订，移小刻在先。)、元代赵友钦《革象所书》“时分百刻”条谈《授时历》小刻位置，明代《三命通会》和《明史》谈《大统历》的小刻位置，都是小刻在后． 他们认为小刻在先是“古历”，不如“今历”(即当时官历)小刻在后“便于筹策也。”

(3) 两小刻在两“半辰”的交接处

终点的辰刻对应钟点表

正初		正一		正二		正三		正四	
h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
0	0	0	14.4	0	28.8	0	43.2	0	57.6
2	0	2	14.4	2	28.8	2	43.2	2	57.6
4	0	4	14.4	4	28.8	4	43.2	4	57.6
6	0	6	14.4	6	28.8	6	43.2	6	57.6
8	0	8	14.4	8	28.8	8	43.2	8	57.6
10	0	10	14.4	10	28.8	10	43.2	10	57.6
12	0	12	14.4	12	28.8	12	43.2	12	57.6
14	0	14	14.4	14	28.8	14	43.2	14	57.6
16	0	16	14.4	16	28.8	16	43.2	16	57.6
18	0	18	14.4	18	28.8	18	43.2	18	57.6
20	0	20	14.4	20	28.8	20	43.2	20	57.6
22	0	22	14.4	22	28.8	22	43.2	22	57.6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

上引五代晋天福三年马重绩奏章，已明说古法，上半时是"四刻十分"，即小刻在后；下半时是"十分四刻"，即小刻在先。在这两小刻会合之际，"即为时正"，也就是唐宋宫廷中"进时牌"的时刻。

(4) 两小刻在两"半辰"的两头

五代和南北宋(或更早)出现的从"时正"开始顺数八刻的十二辰制(即韩显符的辰刻制)，比常规十二辰晚一个小时。时正起于"十分四刻"，小刻在先；再顺数"四刻十分"，小刻在后，以至两"小刻"分设在各辰的开头和末尾两处。这种小刻位置，只有清代张尔岐在谈《大统历》时说过："虽云百刻，实每时止八大刻，时首尾各一小刻，……故曰百刻"。[43]但《大统

表 12　小刻在正中点前

（每刻 14.4 分钟；每小刻 2.4

辰＼刻	初初		初一		初二		初三		初四	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
子	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
丑	1	0	1	14.4	1	28.8	1	43.2	1	57.6
寅	3	0	3	14.4	3	28.8	3	43.2	3	57.6
卯	5	0	5	14.4	5	28.8	5	43.2	5	57.6
辰	7	0	7	14.4	7	28.8	7	43.2	7	57.6
巳	9	0	9	14.4	9	28.8	9	43.2	9	57.6
午	11	0	11	14.4	11	28.8	11	43.2	11	57.6
未	13	0	13	14.4	13	28.8	13	43.2	13	57.6
申	15	0	15	14.4	15	28.8	15	43.2	15	57.6
酉	17	0	17	14.4	17	28.8	17	43.2	17	57.6
戌	19	0	19	14.4	19	28.8	19	43.2	19	57.6
亥	21	0	21	14.4	21	28.8	21	43.2	21	57.6
夜子	23	0	23	14.4	23	28.8	23	43.2	23	57.6

历》并不用韩显符辰刻。也未见天象纪录中行用过这种小刻位置。张尔岐的根据何在，待考。本文不另立表。

7. 清代 h m s 制

明末西方传教士来华，引进现行 hms 制。到清初定为官方制度。每天二十四小时，共 96 刻。每时 60 分，或 4 刻。每刻 15 分，每分 60 秒。清代历书预报的日食，见于《续清朝文献通考》的，都用这西洋制度。十二辰的古名，也按半辰法同 hms 制结合在一起。其实明代钦天监的回回科历法，即用此制。如上推到唐代西域来的历法，也是如此。

后的辰刻对应钟点表

分钟；每分 0.24 分钟）

正初		正一		正二		正三		正四	
h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
0	0	0	2.4	0	16.8	0	31.2	0	45.6
2	0	2	2.4	2	16.8	2	31.2	2	45.6
4	0	4	2.4	4	16.8	4	31.2	4	45.6
6	0	6	2.4	6	16.8	6	31.2	6	45.6
8	0	8	2.4	8	16.8	8	31.2	8	45.6
10	0	10	2.4	10	16.8	10	31.2	10	45.6
12	0	12	2.4	12	16.8	12	31.2	12	45.6
14	0	14	2.4	14	16.8	14	31.2	14	45.6
16	0	16	2.4	16	16.8	16	31.2	16	45.6
18	0	18	2.4	18	16.8	18	31.2	18	45.6
20	0	20	2.4	20	16.8	20	31.2	20	45.6
22	0	22	2.4	22	16.8	22	31.2	22	45.6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

北京建国门观象台清代仪器的时圈上，刻的就是hms 制，不过名称兼用十二辰罢了．在民间，直到晚清西洋钟表通行之后，hms 制才渐为常人所悉．因此，对清代的民间天象纪录，仍须注意中法、西法在辰刻上的分歧。

三、分日与定时学派

（一）分日

古来分日，常用浮动的“昼漏上水”时刻为分界，即“旦”为

表 13 清代 hms 制辰刻表(每刻 15 分钟;每分 1 分钟)

辰＼刻	初初		初一		初二		初三		正初		正一		正二		正三	
	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m	h	m
子	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	15	0	30	0	45
丑	1	0	1	15	1	30	1	45	2	0	2	15	2	30	2	45
寅	3	0	3	15	3	30	3	45	4	0	4	15	4	30	4	45
卯	5	0	5	15	5	30	5	45	6	0	6	15	6	30	6	45
辰	7	0	7	15	7	30	7	45	8	0	8	15	8	30	8	45
巳	9	0	9	15	9	30	9	45	10	0	10	15	10	30	10	45
午	11	0	11	15	11	30	11	45	12	0	12	15	12	30	12	45
未	13	0	13	15	13	30	13	45	14	0	14	15	14	30	14	45
申	15	0	15	15	15	30	15	45	16	0	16	15	16	30	16	45
酉	17	0	17	15	17	30	17	45	18	0	18	15	18	30	18	45
戌	19	0	19	15	19	30	19	45	20	0	20	15	20	30	20	45
亥	21	0	21	15	21	30	21	45	22	0	22	15	22	30	22	45
夜子	23	0	23	15	23	30	23	45	—	—	—	—	—	—	—	—

一日之始．可是总不如用固定的时刻点，如十二辰来分界，可以长期稳定．于是有把“丑末，寅初”的分界线作为两天间的分界线的．《史记·历书》“时鸡三号，卒明，抚十二月节，卒于丑”，《正义》“抚犹循也，自平明寅，至鸡鸣丑，凡十二辰．辰尽丑，又至明朝寅，使一日一夜，故曰幽明．”《隋书》说（张）胄玄“时不从子半．晨前别为后日”，又说“其日之初，亦从星（疑当作晨）起．晨前多少，俱归昨日”，《宋会要辑稿》“自天圣五年后，三望在十七日，皆注十六日为望．盖十七日‘晨度’已前定望，犹属十六夜故也”（吕大防议），可见历官也有以“晨”为界的．这以“晨”分日的制度很古老，按古说夏以平旦为朔，殷以鸡鸣为朔，周以夜半为朔．[44] 即夏用寅时，殷用丑时，周用夜半，作为一日的开始．可见以晨分日，即是夏历分日．

周历以夜半分日，被历官及术士们继承了下来．《隋书》：“帝曰：夜半子时，即是晨始……”，《新唐书》李淳风上言：“古历分日，起于子半．”从现存各历历经看，历家绝大多数一直以子半为分界．

作天象纪录是占星家的本职，他们分日似乎与历算家不一样．魏晋以来的天象纪录常见以晨为界．清代钦天监的天象纪录和晴雨纪录虽都以子半为界，但清宫中太监们记的晴雨纪录仍以晨为界．清代民间天象纪录基本上也是以晨为界，即以夏历分日为主．清代后半夜的月食，历官纪录的日期比民间纪录的日期晚一天，原因即在于分日不同．（如合朔时刻在后半夜，清宫内和历官分日不同，甚至可造成前月大小改变，以至次月日期宫内历本与历官历本相差一天．）

例 15 清乾隆二十三年六月（十七日）辛未望月食，见《清文献通考》．而《仙游县志》则作“十六日”月食．

例 16 清咸丰二年十一月（十六日）壬戌望月食，见《续清文献通考》．而《綦江县志》则作“十五日”月食．

在日常生活中，历代官府和民间都依“鸡鸣而开关出客”的晓关鼓作为一天的开始．历朝发布大赦令，也都明文规定，以昧爽为界．如梁太清元年五月大赦令，隋大业八年四月大赦令，唐开元十八年正月大赦令等等，都说“某日昧爽以前”，已犯各罪皆“赦除之”，此后有罪不赦了，仍以夏历分日为主．

因为历官以子半为界，于是“子初”属于昨日之夜，称为“夜子初”或“夜子”，以别于今日之“子正”．民间小历和术士们推算八字，也是如此应用的．但由于五代和宋代曾存在过比正常十二辰晚一小时的另一种十二辰（见表9，如韩显符用的）．所以半夜之前恰是亥尽，正好没有这“夜子初”了．但是宋代历官编算的历本上是有“夜子”字样的．有人就上奏，说历官在历本中把今天的子时，拨一半到昨天去是不对的．钱大昕说此公不懂推步．[45] 其实此公并非不懂推步，而是因为此公用的漏刻，比常规十二辰晚一个小时，夜半后才是“子时”的开始，与历官用的以夜半为“子之半”的制度不同．

换算天象纪录的时间，如遇子时，丑时，不可轻率地认为是某日之始．也许正是以晨为界的当日之末，应该换算成夜半分界的次日之始．如疏忽了就差一天．

（二）《符天》定时与《三式》定时

上文曾引马重绩说：“假定《符天》以六十分为一刻……”，唐吕才说“《符天》定时与《三式》有异”．笔者在《论民间小历》[46]一文中曾设想过，《符天》派可能起源于祖暅的《符天经》．祖暅奉命造过《漏经》．隋代张胄玄除遵守自己的师传历法外，又学祖冲之的历法，可能采用了祖暅的刻漏制度．所以《隋书》记他的日出入时刻，就是每刻60分．吕才卒于公元666年，比在建中年间（约公元780年）造《符天历》的曹士蒍要早120多年．所以吕才所说的《符天》，晚于祖暅的《符天经》一

百多年，又早于曹士蒍《符天历》一百二十多年．上文所说“时分初正，小刻在先，夜半分界”等，都见于《符天》派术士的各种《通书》中，都属《符天》定时．

记《三式》定时的史料，似乎难于考索．目前所知，韩显符的十二辰，落后于《符天》十二辰一个小时．他的每刻147分，也不同于每刻60分．据《宋史》本传，韩显符是学习《三式》的．《三式》中包括遁甲，六壬．清代孙星衍在跋《三历撮要》中说“尝考夏正，以平旦为朔．则日辰宜起寅时，以子丑时人前一日．术者不知，故一切遁甲六壬多不验．书此以质知者．阳湖孙星衍书”[47]也许《三式》是以寅初为一日之始的，而且宋朝的时刻更点多有特异制度．《宋史》说，韩显符的《铜浑仪法要》“合于宋朝历象．”是否这些今天看来奇怪的宋代时刻制度就是《三式》定时呢？待考．

古代天象变异，曾被御用的史巫作为上天警诫下民的信号．历代逐渐积累的大量天象纪录，使得一些有科学头脑的人从中摸索出一些周期性规律，可以推测某些天象的再现，如月相(包括朔望)、季节、乃至日月食，渐能预报．于是出现了历法，即科学的预言．晚出的唐代《符天历》是所谓“小历”中的代表．虽因计算简便，为“大历”家所不齿，但仍应属于近于科学的学派．而星占学家到了隋唐，仍然是迷信的宣扬者和信奉者．所谓“凡占灾异，先推九宫分野、六壬日月，不应阴雾风雨而阴雾(风雨)者，乃可占．”[48]说明搞星占的人，首先应该精通“六壬”等《三式》派的术数．是否可以说《符天》近于“历官”，而《三式》近于“星翁”？或曰：《符天》近于科学，而《三式》近于迷信呢？汉武帝时，造《太初历》，“方士唐都、落下闳与焉．唐都分天部，而落下闳运算转历．”是否可以说，唐都是星占《三式》学派，落下闳是历法《符天》学派呢？司马迁是唐都学派的传人，他自称不会算历．在《史记·历书》中他只介

绍寅时为一日之始，不说"夜半分日"。 似乎司马迁象《三式》派。是否可以说，《三式》定时确曾一度存在于日常生活之中（如宋代），但终于因《符天》定时逐步取得历官和术士的承认和引用，而使得《三式》定时渐渐从日益开明的社会中消失了。当然三式定时仍有遗迹存在，如"以晨分日"等。这只是笔者的设想，有待于进一步探索。

参 考 文 献

[1] 《唐会要》.
[2] 如陈垣《中西回史日历》或《二十史朔闰表》.
[3] 《晋书》.
[4] 《渑水燕谈录》卷4.
[5] 《白虎通》卷1.
[6] 《南史·沈洙传》.
[7] 《唐会要》.
[8] 《唐会要》.
[9] 《新唐书·百官志》.
[10] 《文献通考》引《陈旸乐书》.
[11] 《唐会要》.
[12] 《宋史》.
[13] 《新唐书·百官志》.
[14] 《文献通考》引《陈旸乐书》.
[15] 《水经注》.
[16] 《坚瓠八集》卷1
[17] 《津门杂记》卷中.
[18] 《宋史》.
[19] 《丹铅总录》.
[20] 《虫鸣漫录》卷2.
[21] 《旧唐书·马周传》.
[22] 《春明退朝录》.
[23] 《东京梦华录》.
[24] 《正字通》.
[25] 《宋史》.
[26] 《山堂肆考》.
[27] 《古今图书集成》24册64页引《豹隐记谈》.
[28] 《酒令丛钞》卷3.
[29] 《津门杂记》卷中.
[30] 《格致镜原》引文.

[31] 《梦梁录》及《梦华录》.
[32] 《通典》.
[33] 《清波杂志》.
[34] 《重论文斋笔录》卷五.
[35] 《三异笔谈》卷2陈涌金条.
[36] 《历学答问》.
[37] 《广阳杂记》卷3.
[38] 《天文学报》卷23，第4期，409—415页.
[39] 《隋书》.
[40] 《五代会要》卷10.
[41] 《宋史》.
[42] 《通雅》.
[43] 《蒿庵闲话》卷1.
[44] 《周书大传》及何休《春秋注》.
[45] 《十驾斋养新录》.
[46] 《科技史文集》第10辑，45—68页，1983年.
[47] 《崇文总目》卷25.
[48] 《隋书》.

我国陨石坠落记载中的某些灾害事件

褚锐光　夏晓和

陨石坠落是一种壮观的自然现象，从古到今都有．据估计，全世界每年大约坠落陨石 500 次．依此推算，有史以来地球上就应有几百万次陨石坠落了．人们不禁会问，这么多陨石掉到地球上来，它们对人类的生命财产曾经造成过损失吗？1976 年 3 月 8 日，在我国人烟比较稠密的吉林地区下了一场石陨石雨，其散落面积达 480 平方公里，搜集到的陨石碎块很多，总重量近 3000 公斤，其规模为世界所罕见，但结果并未造成任何生命财产的损失．那末是否陨石坠落从来没有引起过灾难事件呢？不是的，我国陨石记录曾记载过一些陨石坠落过程中造成人畜伤亡、财产破坏的非常事件．下面我们打算作一尝试，把我国陨石记录中的有关记载加以整理和介绍，以利于对陨石史料的研究．

一、陨石坠落造成人畜伤亡的事件

在我国陨石记载中，这种事件共发生了 11 次，今按其发生的先后次序引述如下：

1．隋大业十一年十二月戊寅（公元 616 年 1 月 4 日），大流星如斛，坠贼卢明月营，破其冲棚，压杀十余人．

——《隋书》，中华书局，卷 21 页614．

2．元至治元年（公元 1321 年），洱河（海）东雨铁，民舍山石皆穿，人物值之多毙，谣俗号曰铁雨．　——明《说郛·楮

记室》部25页1；清雍正云南《宾州州志》卷11页4；清乾隆云南《大理府志》卷28页2；清乾隆《滇黔志略》卷16页3；清嘉庆《滇系》卷10页14。

3. 元顺帝至元元年(公元1335年)，云南天雨铁，民舍山石皆穿，人物值之辄毙。——清康熙《元史类编》卷42页65；清嘉庆《滇系》卷10页32。

4. 元至正元年(公元1341年)，碍嘉县天雨铁，民舍山石皆穿，人物值之多毙，号曰铁铁。——明隆庆《云南通志》卷25页2；明万历《云南通志》卷17页12，明天启《滇志》卷31页2；明《滇略》卷10页10。

5. 元至正二年(公元1342年)，晋宁雨铁，伤禾苗，人物触之多毙。——清康熙云南《云南府志》卷25页2。(注：清道光云南《晋宁州志》卷11页29作"元至正末年。")

6. 元至正二十一年(公元1361年)，昆明县天落铁雨，民庐舍皆穿，人物值之多毙，号曰铁雨。——明天启《滇志》卷31页2；明万历《云南通志》卷17页1。

7. 明弘治三年三月丁卯(公元1490年4月4日)，陕西庆阳雨石无数，大者四、五斤，小者如芡实，击死人以万数，一城之人皆窜他所。——明《万历野获编》卷29页13；明万历《记录汇编·奇闻数纪摘抄》卷212页4。

8. 明崇祯己卯年(公元1639年)，有大石忽陨于小市街，坏民居数十楹，死者数十人。——清康熙四川《长寿县志》卷6页23。

9. 清同治十年八月初三日(公元1871年9月17日)夜，广西贵县南山寺观音堂前有石坠下，其大如屋，僧房崩塌，压伤住僧二人。——《潜斋杂录》灾异。

10. 清光绪三十三年七月二十八日(公元1907年9月5日)，瓮里新牌卫石陨，万登奎全家压死。——民国贵州《瓮安

县志》卷 8 页7.

11.民国四年四月二十五日(公元1915年4月25日)上午十一点钟，陨石落于陌陂镇东之大杨庄，坠民妇肩上，落一臂．石色青黎，大者十斤余，小者五、六斤，共四、五枚．——民国河南《方城县志》卷 5 页26.

由上述 11 条陨石记载可以看出，其中有 9 次陨石坠落造成了人员死亡，有两次只有人员受伤，同时有的还兼有畜禽、房屋等财产损失，主要是陨石直接砸中或陨石砸倒房屋造成的．以陨石雨为害最大，因为此时不仅掉下陨石的碎块数量多，而且散落的地面也宽广，造成破坏的机率也就比掉下单个陨石大得多． 例如前面提到的 1490 年 4 月 4 日在今甘肃省庆阳县的那场陨石雨，砸死了上万人，吓得当时该县城的幸存者急急忙忙逃往他乡避难． 元代在云南省的几场陨石雨，虽然记载中未列出损失的具体数字，但是从描述用词"民舍山石皆穿，人物值之多毙"来看，当时当地居民的生命财产一定遭受了相当严重的损失． 陨石坠落导致人畜伤亡的事件，最早的记录发生在公元 616 年，最近的是公元 1915 年，其间还发生过另外 9 次，平均约 120 年才遇到一次．由此可见，发生这种事件的几率是很低的．

二、陨石坠落造成火灾的事件

我国陨石记载中，有关陨石坠落引起火灾的事件共有四起，兹引述如下：

1、宋治平元年(公元 1064 年)，常州日禺时，天有大声如雷，乃一大星几如月，见于东南．少时而又震一声，移著西南．又震而堕在宜兴县民许氏园中，远近皆见，火光赫然照天，许氏藩篱皆为所焚．是时火熄，视地中只有一窍，如桮大，极深，

下视之，星在其中荧荧然．良久渐暗，尚热不可近．又久之，发其窍，深三尺余，乃得一圆石，犹热，其大如拳，一头微锐，色如铁，重亦如之．州守郑伸得之，送润州金山寺，至今匣藏，游人到则发视．王无咎为之传，甚详．——宋·沈括《梦溪笔谈》，中华书局，卷20页198．

2．明洪武间（公元1368—1398年）．指挥徐呆斯出兵河套，地名梧桐树．一日午间，有一大星坠于河中，火发延及岸上，营中军人有被伤者．——明弘治《宁夏新志》卷2页34．

3．明正德十五年正月丁未（公元1520年2月6日）酉刻，星陨山西龙舟谷巡检司厅事，少顷火作，厅事悉毁．——《明实录·武宗》卷182页3．

4．明万历癸卯年二月二十三日（公元1603年4月4日）夜，太仓草场空中火发，自上而下，焚草六万余束．既熄，视所焚者皆成巨石，大数十围，堆迭如山，斧击碎视之，真石也．问守者，云："仓中从来无石，皆积年烂草耳，不知其故．"——明《尘余》卷2页13．

这四次陨石坠落引起的火灾，第一次看来是由拳头般大的铁陨石引发的火将许氏园的篱笆焚毁；第二次可能是陨石从岸边斜插到河中，或者陨石分裂的碎块把岸边干草之类易燃物点着火，火势波及营房而把军人烧伤的；第三次是陨石正好坠落在龙舟谷巡检司，引起火灾，把该司房屋烧光了；最后一次看来是许多大陨石正好落在太仓草场的干燥的草料上，烧掉了草料．否则，仓中从来没有什么石头，草场焚烧后却发现许多石头堆叠如山就难以解释了．

陨石坠落造成火灾，对于陨石工作者来说似乎是难以置信的．因为通常陨石在坠落过程中穿过地球大气层所需的时间很短，尽管在地面看到陨石在空中熊熊燃烧，但是到达地面的陨石大都被覆着薄的熔壳，其内部结构仍保持不变，这表明

到最后陨石不再燃烧，并且燃烧时产生的热也大都未传到陨石内部去．这是常见的陨石坠落情形．然而，既然陨石是以很高的速度穿过地球大气层时与空气强烈摩擦而燃烧的，那么在某种特殊的情况下，如果陨石到达地面的时候仍保持很高的速度，它也会继续燃烧的，这时要是陨石在地面碰着较厚的象干草之类易燃的东西，是会发火烧起来而造成火灾的。另外，可以设想陨石体如果以很小的入射角闯入地球大气层，其飞行路径比一般陨石就会长得多，燃烧加热的时间也会长得多，有可能使陨石到达地面时其表面仍保持很高的温度．据参与新疆大陨铁搬迁工作的同志所述，该大陨铁从原地起出后，发现大陨铁原来压着的地方有一层当时生长着的草木变成的炭．这种情形我国史书也有过记载。据《宋书》（中华书局，卷 31 页 899）载："宋元徽四年(公元 476 年)，义熙、晋陵二郡并有霹雳车坠地，如青石，草木焦死。"至于陨石着地后还呈熔融或可塑性状态，以及陨石热得"犹红紫"、"先软后坚"等，我国陨石记录中也曾有多次记载．不难想像，这种着地时保持如此高温度的陨石，如果掉在易燃物上肯定会引起火灾的。

三、陨石坠落造成的其他破坏

这里所指的主要是陨石坠落时对房屋等造成不同程度的破坏，在前面引述的记载中有些也兼有这种情况，还有一些这方面的记载，今引述于后：

1. 陈祯明二年五月甲午(公元 588 年 6 月25日)，东冶铸铁，有物赤色，如数斗，自天坠熔所，有声隆隆如雷，铁飞出墙外烧民家．——《陈书》中华书局，卷 6 页 115．

2. 明崇祯十二年二月×日(公元 1639 年 3 月×日)夜，有

众星坠于民舍，击瓦纷飞。——清康熙陕西《延安府志》卷1页3。

3. 清顺治十三年三月×日(公元1656年4月×日)夜，烈风，城内堕石，压居民数家。——清乾隆湖北《天门县志》卷7页4。

4. 清顺治辛丑秋八月×日(公元1661年9月×日)夜，天鼓鸣，村中陨石于杨氏屋，(其大)如斗，穿茅落榻前，入地五寸，无所伤。——清康熙湖南《宁乡县志》卷2页15。

5. 清康熙九年九月二十五日(公元1670年11月7日)巳时，星陨一，其大如斗，从空坠落，有声，屋檩摧折，入地尺许。——清康熙河北《武清县志》卷1页6。

6. 清嘉庆戊寅年三月二十日 (公元1818年4月24日)，(湖南)东安(县)宣上乡日方昼，有声嗔然击野田，水立二、三丈，邻近耕农哗然惊顾，旋趋视之，田为之凹然陷者若池若井，上下左右计十有四，小者广寻丈，大者周迴不下两亩，旋为水没，以绳系石测之，五、六丈未至底。其田相去里许，有井泉清冽，至是二、三日忽皆混浊。是何祥也，此必星陨为之也。——清，曾镛《复斋文集》卷8页13。

7. 清道光乙巳年四月(公元1845年5月)，有大石陨于东门外关帝庙侧，坏官山坟茔百余所，未伤人。——清光绪四川《长寿县志》卷5页11。

8. 清道光二十四年十月二十二日(公元1844年12月1日)，陨石大小十一皆在安吉县落石山李卫公庙后，一坏寝殿墙，一坏庙北偏屋。——清同治浙江《湖州府志》卷20页13。

9. 清道光三十年九月十三日(公元1850年10月17日)亥刻，思茅东南偶黑云中响震如鼓，顷刻止。复响，忽然黑云开，有径尺大红星一，随从小红星十数点，陨流于西北距厅城五里许乃党村何姓家(其妇方纺棉，星即坠于纺车旁人土)，穿屋人

土，成石，外黑亮色，锤破之，内银矿色。——清道光云南《普洱府志》卷2页11。

10.清光绪五年十月（公元1879年12月），黄乡雨石，大如斗，小如拳，损民舍甚多。石黑色如矿，有硫磺气。——清光绪江西《长宁县志》卷1页3。

综上所述，陨石坠落有时会造成不同程度的灾害，主要是人畜伤亡，房屋破坏，个别情况下还引起火灾和破坏耕地。其中以陨石雨造成的损失最大。但是总的说来，这种陨石坠落造成的灾害事件很少见，可以说是百年不遇的，并且对人类造成的损失与大风、暴雨、雷电等自然灾害相比，是微不足道的。因此，对陨石坠落偶尔引起的灾害根本用不着担心害怕。

中国的日神崇拜和太阳活动现象的发现

徐振韬　张培瑜　卢　央

日神崇拜在中国上古时代颇为流行。日出、日入和日食时都有隆重的祭祀仪式。这导致先民们对太阳现象进行长期的观察和认识。关于太阳现象的某些神话就是在此基础上创造出来的，并且在古代艺术作品中留下了形象的反映。另一方面，在甲骨文和后来的天文星占著作中以特有的文字形式记载着某些太阳现象。综合分析这些资料表明，中国先民很早就已发现了太阳活动现象。从甲骨文“日”字形、义和“日中乌”神话的分析，证明我国在殷商时代已经发现太阳黑子现象。进一步考证“阳乌载日”的神话和甲骨文等古文献的记载，充分证明至迟到汉初，中国已发现日冕和日珥。这表明在上述的历史时期中，太阳是处于活动状态的。这在一定程度上反映了古太阳的物理性质。

一、中国的日神崇拜

中国的日神崇拜，远溯上古时代，已颇盛行。《尚书·尧典》载：“分命羲仲，宅嵎夷，曰旸谷，寅宾出日，平秩东作。……分命和仲，宅西，曰昧谷，寅饯纳日，平秩西成。”说明在唐尧时代，已有迎送日神的“宾日”、“饯日”崇拜仪式，并派专人职司。此事虽不可考，但从后来殷人有郑重其事的祭日仪式，推测夏代已有日神崇拜是完全可能的。

殷人对日神的崇拜有明文记载，甲骨卜辞如：

"乙巳卜,王宾日. □弗宾日."(佚存 872)

"庚子卜贞,王宾日亡尤."(金璋44)

"辛未卜,又于出日,兹不用."(佚存 86)

"丁巳卜,又出日. 丁巳卜,又入日."(佚存 407)

"戊戌卜冈,乎雀軝于出日入日,宰."(乙 2065)

"今日既,衩日."(菁 10, 10)

"出入日,岁三牛."(粹编 17)

据郭沫若考释[1],"宾日"、"出日"和"入日"是为朝夕迎送太阳的礼拜仪式. 另据陈梦家考释[2],"衩"、"岁"和"又"也是祭日仪式,不过类别不同而已. 从上引卜辞看,迎送日神的祭祀使用三头牛或一头羊,可说是非常隆重的.

周代以后,日神崇拜之盛似有所减,宾饯之礼在《礼记》中无所反映. 不过,在郊祀祭天大典和分至启闭重要节气的祭祀中,都少不了日神的席位,而且常要劳驾天子亲临,如《仪礼》所载:"天子乘龙载大旗出,象日月升,龙降龙出,拜日于东门之外,反祀方明,礼日于南门外."战国之际,星占学蹶起,阴阳说风靡,日神崇拜一方面为"日占"所取代[3],另一方面向人格神演变,脱离了太阳崇拜的原始自然形式,如楚人奉祀"东君"和"东皇太一"[4].

日神崇拜的另一重要表现是对日食的隆重礼拜.《尚书·胤征》所载著名的仲康日食,孔颖达疏曰:"日有食之礼,有救日之法,于是瞽人乐官进鼙而击之,啬夫驰骋而取币以礼天神,庶人奔走供救日食之百役. 此为灾异之大,群官促遽,若此羲和主官而不闻知日食,大罪也."可见在夏朝已有击鼓用币之礼,并以严刑惩治不及时报告日食的官员. 对此次日食虽尚有争论,但祭礼之举后代一直延用,已无疑议. 殷代甲骨文有日食、月又戠的记载,如:"癸酉贞日月又食,唯若;癸酉贞日月又食,非若."(佚 374)"庚辰贞,日又戠,其告于父丁,

用牛九。"(粹编55)等,说明日食祭礼异常隆重,使用九条牛做牺牲。及至春秋,日食祭礼愈演愈细,如《左传》庄公二十五年载:"夏六月辛未朔,日有食之。鼓,用牲于社,非常也。唯正月之朔,慝未作,日有食之,于是乎用币于社,伐鼓于朝。秋,大水,鼓,用牲于社,于门,非常也。凡天灾有币无牲,非日月之眚不鼓。"对日食礼仪的规定,已经因月而异了。

二、日神崇拜导致对太阳现象的早期观察

古代对太阳的朝夕礼拜,必然引起对太阳现象自发的观察。"暾将出兮东方,照吾槛兮扶桑",日出的奇观,古人早已深有体察,并将其溶化在文学作品中,使之更加形象生动。关于太阳的神话恐怕大都是这样产生的。例如,《山海经》载:"汤谷上有扶木,一日方至,一日方出,皆载于乌。"这是形象地描述太阳周日运动的状况。到了《淮南子·天文训》的记载"日出于旸谷,浴于咸池,拂于扶桑……至于悲泉,爰止羲和,爰止六螭,是谓县车,……日入于虞渊之汜",这种描述已更接近真实,不过把前者载着太阳飞行的乌鸦换成拉车奔跑的六条龙罢了。

有关太阳现象最著名的神话见于屈原《天问》的"羿焉彃日?乌焉解羽?"按王逸注:"尧命羿仰射十日,中其九日,日中九乌皆死,堕其羽翼"。后来由此演变成《淮南子·精神训》中"日中有踆乌"(高诱注"踆、犹蹲也,谓三足乌")。即通常所说的"日中有三足乌"故事了。马王堆帛画(图1)和汉代画像石(图2)艺术地再现了"日中乌"的具体形象,使我们有可能认识到几千年前古人在祭祀太阳时所观察到的太阳某种现象。同样,古人在日食时所看到的太阳现象,也不同程度地反映在神话或其它艺术作品中,这一点我们将在以后详细讨论。

殷人对太阳现象的观察，在卜辞中已不乏其例．归纳起来主要有三种[4]：

1. 太阳昏晦不明．如"癸巳卜，争贞，日若兹敏，隹年祸."(前5、17、5)敏字释为晦，虽为气象现象，但在古代一直视为天象之一，后世《天文志》中每见记载；

2. 日晕．如"癸巳卜，今其㞢祸，甲午◎."(柏2二七·B31)◎字释为晕，也是气象现象，后来成为星占学中的重要组成部分之一；

3. 太阳变颜色，或日食，或日斑．如"庚辰贞，日戠，其告于河."(粹编55)日戠或释为日食，或释为日斑，或释为太阳变颜色．前两种解释纯属天文现象，如其成立，意义十分重大；后一种解释为气象现象，但在古代仍是星占学中十分重视的内容．

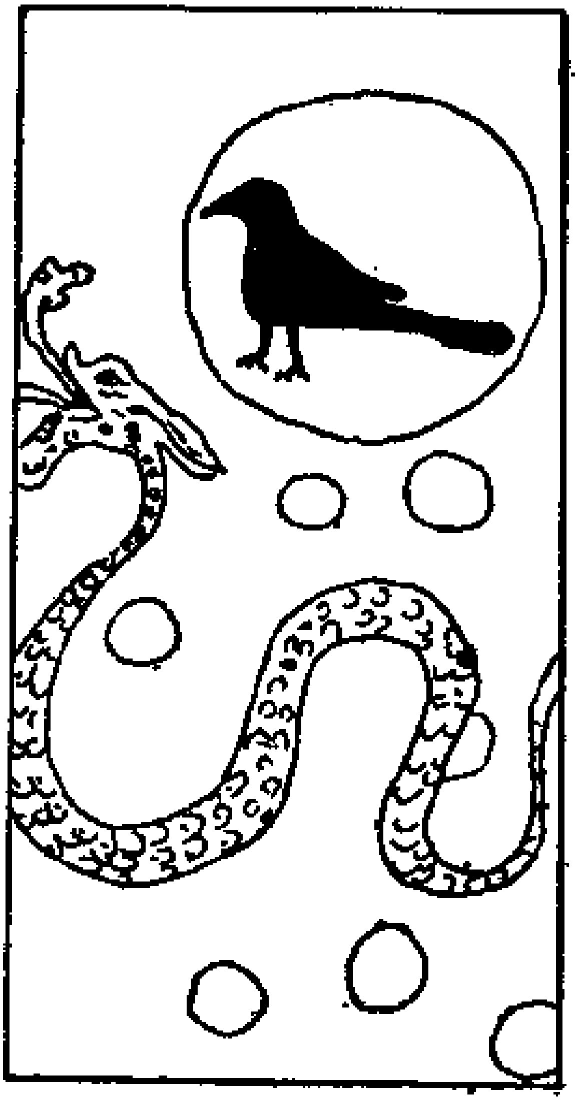


图1．马王堆帛画中的"日中乌"细部．



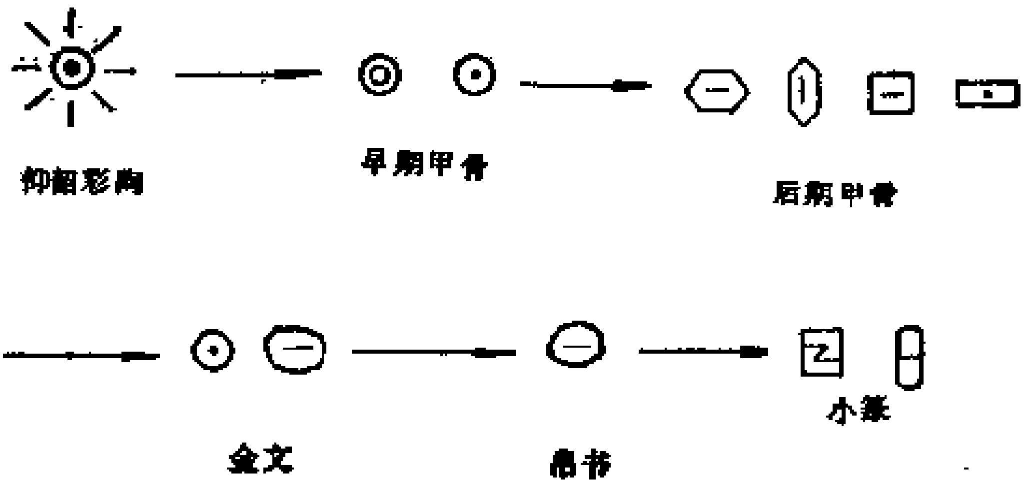
图2．汉画像石中的日中三足鸟．

目前卜辞中尚有大量字未能识读，其中可能还有涉及太阳现象者，如㊌、㊍等．可以想见殷人对太阳现象的观察和辨识已有相当丰富之经验．同时，殷人已利用这些太阳现象予卜祸福和年成，开"日占"之先河，对后世星占学的发展影响甚大．

三、太阳黑子的发现

如上所述，古人对太阳现象的观察和辨识已有相当丰富的经验．在这种条件下，我们认为古人应早已发现最容易用肉眼直接看到的太阳现象之一——太阳黑子．这是因为：第一，太阳黑子是太阳上经常发生的现象，可以看到它的机会最多；第二，较大的黑子肉眼足以分辨出来，这已被后世大量的记载所证实，直至今日天文台仍常收到天文爱好者肉眼看到黑子的报告；第三，日出日落时太阳要穿过较厚的大气层，光强大大减弱，适合肉眼直观，而古人对太阳的祭礼恰在此时举行，看到黑子的时机最佳．

事实上，从古“日”字的演变可以充分地证实上述的论断．古“日”字的字形演变如下：



从这里我们可以看到二个特点：1.“日”字是以圆形日轮为标志的象形字．2.圆形中有一黑点(后演变成一小横)为其特征．那么，圆中的黑点究竟表示什么呢？前人解释各不相同．第一类解释为代表“日中乌”，这源自第二节所引的古代神话，如《说文系传》引李阳冰云：“古文正圆象日形，其中一点象乌”．张衡《灵宪》亦云：“日者，阳精之宗，积而成鸟，象

乌而有三趾，阳之类，其数奇.”王筠在《文字蒙求》中亦云："日，日中有黑影，初无定在，即所谓三足乌也.”第二类为“日气说”，如王充《论衡·说日》中云："夫乌、兔、蟾蜍，日月之气也.”王筠《说文句读》亦云："阳中有阴，故日中有黑影.”第三类认为是太阳黑子，肖兵从卜辞“日”字的形象，认为“日”中黑点就是表示太阳黑子，而且“这黑点后来渐渐拉长或弯曲成为‘一’或者‘乙’，与东夷的图腾祖先玄鸟或三足乌结合了起来”，“这三足乌或玄鸟是初民用生动的神话形象反映太阳黑子活动”[5]. 第四类认为是造字时以示区别，如叶玉森在《说契》中云："予疑先哲因囗○(丁字)制造在前，恐日作圆形与○相溷，故改作正方长方形，又于形内注一小横直之符号，乃求别于囗”.

从“日”字与仰韶彩陶太阳纹的联系来看，第四类解释难以成立，因为仰韶时代远在造字以前[6]. 何况早期甲骨文“日”字就写成圆形加小点⊙或◎，直接由彩陶太阳纹简化而来，无需考虑同丁字的区别. 至于第一、二类解释，不过是对“日中乌”不同的理解而已，无论“日中乌”或“日中黑气”，仅仅是太阳黑子现象的不同表述罢了[3]. 后世天文志和星占书日占部分中都有大量这类记载，已被世界公认为历史上极为宝贵的太阳黑子记录. 由此看来，前三类的主张本质上是一致的，即“日”字中一点实有所象，是根据先民对太阳黑子直接观察印象形象地加以标志的. 虽然在解释中附会上某些神话和阴阳学说，但揭去这些面纱，就会暴露出本来面目. 当然，在古文字中，“日”字有时写成☼或○，这意味着有时看不到黑子，也是符合实际情况的，与上述并无矛盾. 最终把日字定为⊙形，很可能是因为当时看到黑子的机会特别多. 这或许意味着当时的太阳活动水平是相当高的.

综上所述，可以推断，从仰韶时代到殷商早期甲骨文创制

时，中国先民在礼拜太阳的长期过程中，经常观测到太阳黑子现象．这种奇特的天象，给他们造成了极其深刻的印象，这一方面导致了“日中乌”神话的创造，另一方面在“日”字的造型中也形象地表现出来．因此，可以确认，至迟在殷商初期，中国先民已经发现了太阳黑子现象．

四、日冕和日珥的发现

中国早期的日食记录相当丰富[7]，但由于一直把日食视为不祥之兆，故日食的记载极为简略，缺少细节的描述．这一点对探索日冕和日珥的发现带来很大困难．不过，如前所述，我们还可以通过对古神话和古艺术品的分析，找出先民们在日食崇拜时印象最深的太阳现象的原始形象．

前引《山海经》中一神话谓：“一日方至，一日方出，皆载于乌”，意指太阳由乌鸦驮着在天上飞行．这个神话在南阳汉代画像石上得到了生动的表现．图3上画有一只大鸟，有头有尾，还有两只小翅膀，这就是乌，也称阳乌．在阳乌的背腹上画的一只大圆，就是太阳．这幅“阳乌载日”图，如果抛开神话内容，把它看作是祭祀日食时所看到的天象，则所谓“阳乌”实际上就是日冕和日珥的反映．《开元占经》亦载：“甘氏曰，日食有如群鸟；太公兵法曰，两鸟夹日，名为天鸡守日．……天镜曰，日食有鸟夹之．”说明古代常把日食时看到的日冕或日珥描述为鸟的形象．更为有力的证据是另一幅汉画像石表

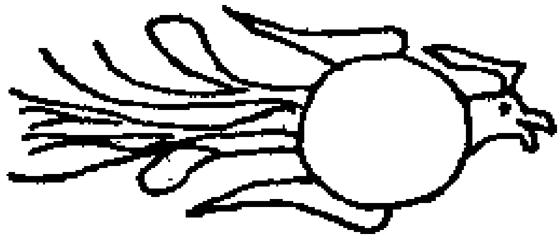


图3． 汉画像石中的“阳乌载日”．

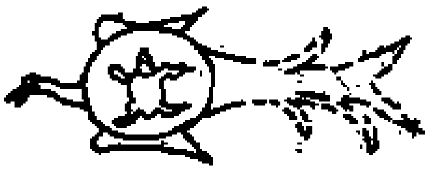


图 4. 汉画像石中的日月相合——日全食.

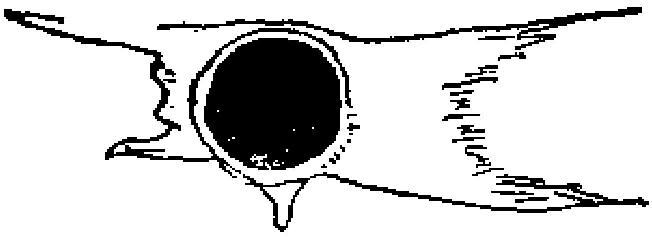


图 5. 1900 年 5 月28日日全食时的日冕.

现的内容，图 4 中画的是一只阳乌，不过在原来的日轮中加上一只蟾蜍[8]. 在中国古代，圆轮中画蟾蜍代表月亮，如张衡《灵宪》曰："羿请无死之药于西王母，姮娥窃之以奔月……姮娥遂托身于月，是为蟾蜍."马王堆帛画月亮中画的正是蟾蜍. 因此，这幅画表示的是日月相合——日全食的形象. 如此说来，这里阳乌的头尾很可能反映的是在太阳活动低值年所看到的赤道型日冕，而两翼反映的是两个大日珥. 1900 年 5 月28日发生的一次日全食，日冕形状很象一只鸟（见图 5）. 对比这两张图，形状很相似. 这说明古人把日冕想象为阳乌是比较自然的.

日本斋藤尚生考察了古埃及和中东各国建筑物和石刻上太阳的浮雕图象，论证了在太阳圆盘外面的一圈代表色球层，日轮两侧的翅膀代表赤道型日冕，而日轮下面的尾巴代表"极羽"（见图 6）[9]. 这里特别有趣的是，古埃及和中东人也把太阳比作一只鸟，和中国人的想法同出一辙. 这再次证明，"阳乌载日"的神话实际上是先民们在日全食时所看到的日冕或日珥现象的形象表述.

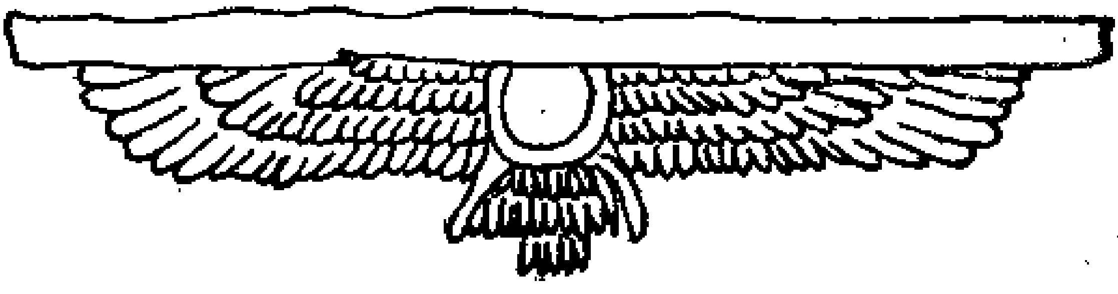


图 6. 伊朗宫殿中太阳浮雕部分摹本.

关于日冕的明文记载，当推《开元占经 · 日占》中两条占辞最为清楚："京房易传曰，君诛杀失理，臣下有叛心，则日食尽而光散.""京房灾异对曰，日食尽无光露者，亡其邑."对比两者，清楚地表明在日全食食既时常常看到一片散漫之光，这自然就是日冕. 至于所谓"无光露者"，很可能是指在太阳活动极大年时日冕形状接近圆形，强度均匀向外减弱，没有明显的边界，没能引起观测者的特别注意所造成的错觉. 当然，也有可能如 Eddy 所说，在太阳活动极低时，日冕几乎看不到[10]. 然而，无论这句话如何解释，上述记载反映着一个确凿的事实：在中国古代(汉代以前)，在日全食时常常观测到日冕，而且用它来占卜政事.

日珥的最早记载见于甲骨文卜辞，其文为："贞翌乙卯，乙卯不其易日，王乩曰有祟，勿雨，乙卯允明晕，三舀食日，大星."刘朝阳[11]和陈遵妫[12]都把"三舀"释为"三焰"，即在日全食时所看到的三个日珥. 根据本文前面的论述，在殷代日全食时看到日珥是完全可能的. 不过，此条卜辞所记日期为"乙卯"，也有可能为前一天的"甲寅"，但根据我们的计算[7]，在 BC1355 到 BC1000 年期间，在这两个干支的日期里都没有日全食发生. 因此，这条卜辞尚有待进一步研究.

另一条关于日珥的记载见于《开元占经 · 日占》："京氏曰，日食尽，日宫不见直日者，其国有丧."直日即日直也，按同

书"日直"条云:"石氏曰,日直,色赤丈余正立日月之傍名为直,其分有自立者."这两条占辞是说,在日全食食既时看不到日旁有红色的日直时,国家将有丧事.这意味着在一般情况下,日全食食既时总是看到日直,即红色的日珥.由此可以推论,从殷商到汉初,在日全食时看到日珥似乎是习以为常之事.相反,如看不到日珥,却成了国家不吉利的预兆.因此我们完全有理由认为,至迟在殷商时代,中国先民已经发现了日珥,甲骨文称作"𦤎"(即焰),而后世也经常看到这种现象,不过称作"日直"罢了.

五、结　　语

由于日神崇拜,导致中国先民长期虔心地观察太阳.太阳的不同活动现象和变化,不但当即享受到人们的隆重祭祀,而且被编造成神话广为流传,并在古文字的形义和其它文化艺术品中有所反映.沿着这些留有太阳影响的文化遗迹追溯历史,我们发现它们的原始雏型,就是太阳黑子、日冕和日珥的本来形象.因此,我们确认,在殷商时代,这些太阳活动现象已经被初步发现,而到了汉初,对它们已经屡见不鲜,并用之于占卜了.Wang和Siscoe从中国史籍记载论证中国在汉以后曾观测到日冕和日珥现象[13],本文的结果把这个历史时代至少提前一千年.这再次证实了下列结论:在相当长的历史时期中,太阳活动的情况同望远镜发明以来所观测到的相同,并没有任何异常.

参考文献

[1] 郭沫若:《殷契粹编》,1965.
[2] 陈梦家:《殷虚卜辞综述》,1956.
[3] 徐振韬:《天问——中国天文学史研究第一辑》,134 页,1984.

[4] 宋镇豪："殷代的日神"，待发表.
[5] 肖兵：«杭州大学学报»，No.4，1979.
[6] 郭沫若：«奴隶制时代»，1972.
[7] 张培瑜等：«南京大学学报»，No.2，1982.
[8] 吴曾德等：«光明日报»，1979，4，18．3版.
[9] 斋藤尚生：«自然»，No.1—2，1979.
[10] J. A. Eddy: *Science*, **192**, 1189, 1976.
[11] 刘朝阳：«宇宙»，**15**，No. 1－3，1945.
[12] 陈遵妫：«中国古代天文学简史»，1955.
[13] P. K. Wang & G. L. Siscoe: *Solar Physics*, **66**, 187, 1980.

天关客星光变曲线的研究

杨正宗

超新星爆发的光变曲线对于研究超新星本身，是必不可少的资料．由于历史观测资料不全，对于在超新星研究中占有重要地位的、已被确认的历史超新星——公元1054年天关客星，至今尚未获得完整的光变曲线．本文根据超新星的现代研究结果，对已知历史观测资料加以补充、修正，作出天关客星较为完整的光变曲线．将此曲线和超新星的平均光变曲线以及其它超新星的实测光变曲线加以比较，可以看出所作曲线是比较接近实际的。

一、引　言

历史超新星的研究是从天关客星开始的．早在四十年代初，早期的超新星研究工作就已经确认出中国史书上所记载的1054年天关客星是一颗超新星，并论证了这颗超新星的遗云就是著名的蟹状星云(M_1)[1]．四十年来，对这颗历史超新星及其爆后剩余物的研究，取得了十分丰硕的成果．1948年，发现这颗超新星的遗云是一个很强的射电源．1954年提出遗云的辐射机制是同步加速辐射． 1968年发现在遗云中心附近有一颗脉冲星（NP 0532)． 这是对天关客星研究的又一次飞跃． 七十年代更大力开展了历史超新星的专门研究工作．然而多年来对天关客星的研究，主要是通过对遗云和遗骸——脉冲星的研究，对于天关客星的原始资料，却发掘甚

少。因此，天关客星出现期间的光变曲线，至今没有绘制出来。过去曾有人对这一问题进行过探索，将天关客星的亮度变化与 IC 4182 作了比较[2]。但由于资料太少，这项工作一直停滞不前。本文从超新星现代研究成果出发，补充和修正有关的历史观测资料，作出了天关客星的光变曲线。在今后历史天文资料的发掘中，如能获得天关客星的新资料，将会对这里提供的光变曲线是一个检验和补充。

二、天关客星的光变曲线

对于天关客星的观测记载，现有古代资料总量不少，但多为重复。真正可以用作绘制光变曲线的有用资料中，只能提供绘出三个点的资料来，它们是：

1. “至和元年五月己丑(客星)出天关东南，可数寸。岁余稍没。”(《宋史·天文志》)。

2. “嘉祐元年三月，司天监言：‘客星没，客去之兆也。’初，至和元年五月晨出东方，守天关。昼见如太白，芒角四出，色赤白。凡见二十三日。”(《宋会要》)。

3. “嘉祐元年三月辛未，司天监言：自至和元年五月客星晨出东方，守天关，至是没。”(《宋史，仁宗本纪》)。

这三条资料内容是明确的。它记录了天关客星出现和极大亮度的时间，及肉眼不可看见的时间。它提供了可绘出三个点的位置资料(在以横坐标为时间，纵坐标为视星等的坐标平面上)，即在公元 1054 年 7 月 4 日，作为天关客星的这颗超新星开始爆发，其亮度在白天都可见到，且光芒四射。经二十三天后，白天才看不见。后一条资料则提供了一条这颗超新星肉眼刚好看不见时的日期。我们将极大时的亮度定为 -5^m 至 -6^m 之间[3]。“凡见二十三日”这一点，记得很明确；与现代超

新星研究结合起来考虑，就更显得重要了．按照闵可夫斯基(Minkowski) 的照相光变曲线，从最初爆发至蜂值亮度的时间间隔 Δt 为 20 天至 50 天，或大约 2×10^6 秒至 5×10^6 秒．达到蜂值以后，亮度从极大变暗 3 等所需的时间，I 型超新星为 30 日，II 型超新星为 70 日．在 40 日以后，I 型超新星有规律地每80日变暗 1 星等[4]．近年的资料表明，超新星从极大变暗 3 等所需的时间为 80 日左右，变暗到 4 等为 150 日左右[5]．参考这些结果，且粗估最初的下降是匀速进行的，可认为每 10 天下降 1 星等． 20 日后下降为 -4^m 以下，已经不易在白天察觉．故在第 23 日时，即 7 月 27 日，刚好在白天看不见这颗超新星时，可将其视星等定为 $-4^m.4$ 至 -5^m 之间．最后，在嘉祐元年三月辛未时，刚好看不见，无疑这时的星等可定为 $+6^m$．

另外有两条需要继续探讨的古代记录是:

1．"天喜二年四月中旬以后，丑时，客星出觜参度，见东方，孛天关星，大如岁星．"(《明月记》)

2．根据刘金沂提供的情况，说天关客星在出现后第二年(即 1055 年)的三、四月间(公历)，仍可见．(李焘《续资治通鉴长编》)

前一条是日本资料，记述的内容很重要，正好补充了前述三个点的空缺． 但这一点仍有一个疑团，至今未曾解开．薄树人等人认为记录中的"四月"应是"七月"之误[6]． 七月中旬为公历 8 月 16日至 8 月25日，这相当于天关客星出现后的50天．此时大如岁星，就是说它这时和木星 $(-3^m.5)$ 一样亮，此取为 $-3^m.5$ 至 -4^m．我们认为应改 "四月"为"七月"，另外还有两点理由，即 1) 按照现代对超新星研究的结果和星系超新星的观测事实，这颗超新星不大可能在四月时就亮如木星，而到五月己丑才达到极大．2)如果日本观象家在四月中旬已

经发现了一颗亮如木星引人注目的奇异天体，大概会继续追踪观察，文献记录中也应该反映出来；但迄今未曾发现任何同类记录。因此，我们认为这个记录的内容不是反映这颗超新星到达极大以前的情况，而应是记录极大后50天的情况。这是我们需要指出的两点。

我们再根据超新星现代研究结果，补充和修正几点：

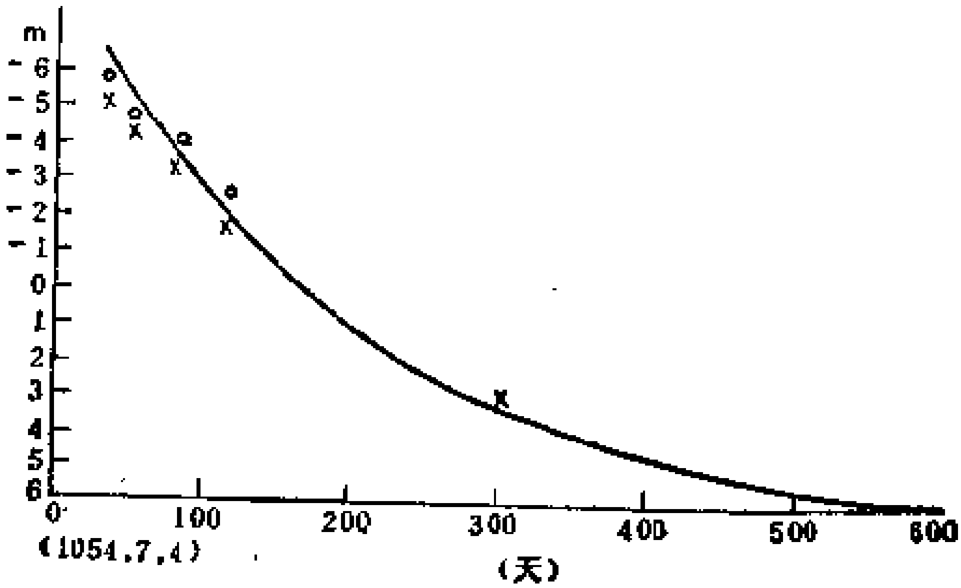
1. 根据超新星从最初爆发至峰值亮度的时间隔 Δt 为20天到50天，故在峰值亮度以前25天的视亮度最亮可以定为 $+6^m$。（假设这颗超新星在爆发前是一颗肉眼看不见的星，看来这符合天关客星的具体情况。）

2. 根据前述统计规律，取极大后85天为 -2^m。

3. 同理，取极大后150天为 -1^m。

综合以上确定的、不完全确定的及从统计规律补充的三类资料，可以绘出天关客星光变曲线的八个点(见下表)。

时　间	1054.6.10	7.4	7.23	8.24	9.30	12.1	1055.3-4	1056.47
星等(m)	+7—+6	−5—−6	−4.4—−5	−4—−3.5	−2	−1	+3	+6



附图：天关客星光变曲线(草图)　×为下限　○为上限

采用以上资料，便可绘制出天关客星的光变曲线(见附图).

三、结果讨论

1. 将所绘天关客星的光变曲线与I型超新星的平均光变曲线进行比较[7]，二者显然是比较接近的。与其它已知型别的超新星，如SN1572，SN1604，IC4182等I型超新星相比较，也很接近。特别是IC 4182 SN，虽然照相观测只有极大后的280天，但梯度十分均匀，可以外推一倍以上的时间，与我们所绘制的这颗超新星光变曲线相当一致。这表明我们所绘制的光变曲线，是比较符实际观测情况的。

2. 如果经过检验，证明了我们的光变曲线基本符实，这说明我们所采用的统计补点办法是可取的。这对其它观测资料欠缺的历史超新星也是一个借鉴。这项工作我们还在继续进行中。

3. 我们还将通过具体计算来论证这里所绘的光变曲线是基本符实的。这将在我们讨论它的型别问题时来完成[8]。

参考文献

[1] Duyvendark, J. J. and Oart, J. H., *T'oung Pao*, **36**, 174 (1942).

[2] Stephenson, F. R., Historical Observations of Supernovae, "Supernovae and Supernova Remnants", 1974, ed. Cosmovici, C. B., p. 77.

[3] Duyvendark, J. J., *Publ. Astro. Soc. Pacific*, **54**, 91 (1942) Mayall N. U. and Oart, J. H., *Publ. Astro. Soc. Pacific.*, **54**, 95 (1942).

[4] Allen, C. W. "Astrophysical Quantities", 1973, p. 266.

[5] Tammann, G. A., A Progress Report on Supernova Statistics, "Supernovae" ed. Schramm, D N., 1977, p. 85.

[6] 薄树人等，"蟹状星云是1054年天关客星的遗迹"，《中国天文学史文集》第一集，165页.

[7] 同[5]，p. 106.

[8] 杨正宗，"历史超新星SN1054型别的鉴定"(见本文集).

历史超新星 SN1054 型别的鉴定

杨正宗

对历史超新星型别进行鉴定，是一项重要而困难的工作。这主要是由于缺乏足够历史观测资料的原因造成的。本文不采用文字考证的方法，而通过对 SN1054 的实际观测计算，将其结果和现代超新星理论型别数据加以比较，得出历史超新星SN1054 是典型的 I 型超新星的结论。

一、引　　言

超新星的型别是超新星的一项重要特征指标。确定一颗超新星的型别，这对历史超新星来说，显然是极其困难的。由于时代的限制，古人对天象的观测是不够完善和精确的。在至今已经证认过的几颗历史超新星中，确定型别的只有三颗。这三颗是 SN1006，SN1572，SN1604，它们都是 I 型超新星。而著名的 SN1054 型别的鉴定，至今仍悬而未决，争议较大。由于 SN1054 所处的地位十分重要，其遗云、遗骸已被当作具有丰富内容的宇宙物理实验室，因此，SN1054 型别的鉴定工作，已提到紧迫的日程。在 Allen, C. W 编写的《天体物理量》一书中将 SN1054 定为可疑 I 型超新星[1]。在 1977 年出版的《超新星》文集中，Chevalier, R. A. 讨论过它是非典型的 II 型[2]。而最近马珥等人则认为它就是 II 型[3]。对同一颗超新星，为什么会提出几种不同的型别方案呢？这主要

是因为历史观测资料不全，因而不能给出符合观测实际的光变曲线。

超新星型别的鉴定依据，主要是光变曲线的轮廓。I型超新星的光变曲线轮廓，分别按两种指数衰减，光变曲线下降端陡峭而光滑[4]。而II型超新星则在下降端出现有“肩膀”的形状[5]。此外，现代超新星理论研究中，已给出I型超新星和II型超新星在爆发时释放能量的数量级[6]，这又提供出鉴定型别的另一种办法。两种鉴定型别的办法，都离不开超新星的光变曲线。有了超新星的光变曲线，就可以从直观形态上，一眼看出是属于那种型别。但事实上往往不能给出这样直观明朗的光变曲线来，历史超新星更是如此。在这种情况下，由理论来判断实际观测计算的结果，将会起到鉴定型别的作用。

下面我们对这颗超新星进行观测爆发期间辐射能的计算。然后再根据理论，判定计算结果应属于那种型别。

二、SN1054 爆发观测能量计算

利用超新星光变曲线，采用积分近似计算的抛物线方法，可计算出SN1054在爆发期间释放出的可见辐射能量值。通过已知视星等和距离，可以求出相应观测时间的绝对星等，再通过绝对星等，可计算出这颗超新星当时的相应光度。然后化为绝对单位表示的光度[7]。现将计算结果列表如下(见下页)：

将观测时间 660 天分成偶数等分 $2n = 22$，$n = 11$，按抛物线公式计算出总能量为：

$$\int_0^{660} f(t)\,dt = \frac{660 \times 24 \times 3600}{6 \times 11} \{3.3404 \times 10^{31} + 6.6776 \times 10^{30} + 4(1.6019 \times 10^{35} + 3.8426 \times 10^{34} + 5.0655 \times 10^{33} + 1.284 \times 10^{33}$$

表 1

编号	t(天)	视星等(m)	绝对星等(m)	光度 L(焦耳/秒)
0	0	6	−5.7121	3.3404×10^{31}
1	30	−5	−16.7121	1.6019×10^{35}
2	60	−4.45	−16.1621	9.6523×10^{34}
3	90	−3.45	−15.1621	3.8426×10^{34}
4	120	−2	−13.7121	1.0107×10^{34}
5	150	−1.25	−12.9621	5.0655×10^{33}
6	180	−0.55	−12.2621	2.6584×10^{33}
7	210	0.24	−11.4721	1.2842×10^{33}
8	240	0.90	−10.8121	6.9924×10^{32}
9	270	1.5	−10.2121	4.0237×10^{32}
10	300	2.1	−9.6121	2.3154×10^{32}
11	330	2.6	−9.1121	1.4609×10^{32}
12	360	3	−8.7121	1.0190×10^{32}
13	390	3.45	−8.2621	6.6776×10^{31}
14	420	3.85	−7.8621	4.6198×10^{31}
15	450	4.25	−7.4621	3.1961×10^{31}
16	480	4.65	−7.0621	2.2112×10^{31}
17	510	5.05	−6.6621	1.5298×10^{31}
18	540	5.70	−6.6121	1.4609×10^{31}
19	570	5.60	−6.1121	9.2177×10^{30}
20	600	5.80	−5.9121	7.6670×10^{30}
21	630	5.90	−5.8121	6.9924×10^{30}
22	660	5.95	−5.7621	6.6776×10^{30}

$$+4.0237\times10^{32}+1.4609\times10^{32}+6.6776\times10^{31}+3.196\times10^{31}+1.5298\times10^{31}$$
$$+9.2177\times10^{30}+6.9924\times10^{30})+2(9.6523\times10^{34}+1.0107\times10^{34}+2.6584\times10^{33}$$
$$+6.9924\times10^{32}+2.3154\times10^{32}+1.0190\times10^{32}+4.6198\times10^{31}+2.2112\times10^{31}$$
$$+1.4609\times10^{31}+7.6670\times10^{30})\}$$
$$=9.151\times10^{41}\text{ 焦耳.}$$

表 2

编号	t（天）	视星等（m）	绝对星等（m）	光度 L（焦尔/秒）
0	0	6	−5.9897	8.2350×10^{30}
1	30	−6	−17.9897	5.1959×10^{35}
2	60	−4.65	−16.7397	1.643×10^{35}
3	90	−3.50	−15.4897	5.1959×10^{34}
4	120	−2	−13.9897	1.3052×10^{34}
5	150	−1.35	−13.3397	7.1724×10^{33}
6	180	−0.85	−12.8397	4.5255×10^{33}
7	210	−0.25	−12.2397	2.6041×10^{33}
8	240	0.25	−11.7397	1.6431×10^{33}
9	270	0.95	−11.0397	8.6231×10^{32}
10	300	1.5	−10.4897	5.1959×10^{32}
11	330	2	−9.9897	3.2784×10^{32}
12	360	2.5	−9.4897	2.0685×10^{32}
13	390	3	−8.9897	1.3052×10^{32}
14	420	3.4	−8.5879	9.0295×10^{31}
15	450	3.63	−8.3597	7.3057×10^{31}
16	480	4	−7.9897	5.1959×10^{31}
17	510	4.25	−7.7397	4.1273×10^{31}
18	540	4.65	−7.3397	2.5854×10^{31}
19	570	5	−6.9897	2.0685×10^{31}
20	600	5.35	−6.6397	1.4985×10^{31}
21	630	5.65	−6.3397	1.1367×10^{32}
22	660	5.75	−6.2397	1.0367×10^{31}

$$\int_0^{660} f(t)dt = \frac{660\times24\times3600}{6\times11}\{8.2350\times10^{30}$$

$$+1.0367\times10^{31}+4(5.1959\times10^{35}+5.1959\times10^{34}$$

$$+7.1724\times10^{33}+2.6041\times10^{23}+8.6231\times10^{32}$$

$$+3.2784\times10^{32}+1.3052\times10^{32}+7.3057\times10^{31}$$

$$+4.1273\times10^{31}+2.0685\times10^{31}+1.1367\times10^{31})$$

$$+2(1.6431\times10^{35}+1.3052\times10^{34}+4.5255\times10^{33}$$

$$+1.6431\times10^{33}+5.1959\times10^{32}+2.0685\times10^{32}$$

$+ 9.0295 \times 10^{41} + 5.1959 \times 10^{41} + 2.5854 \times 10^{41}$
$+ 1.4985 \times 10^{41})\} = 2.3346 \times 10^{42}$ 焦耳。

表 1 和表 2 分别列出了两种不同数据的计算结果。我们还进行了一些采用其它数据的计算，这里只选取两个结果作为代表。表 1 中，我们采用的是一般常用数据，即极大星等取为 -5^m，距离取为 2200 秒差距。计算结果是：SN1054 在爆发期间，通过观测计算出的辐射能量为 9.151×10^{41} 焦尔。这个结果，在 I 型超新星中是偏低的。为了进一步说明问题，我们将极大星等取为 -6^m，距离取为 2500 秒差距，进行了计算(表 2)，得到的结果为 3.3346×10^{42} 焦尔。这仍属于 SNI 的正常范围。

三、结　　论

根据以上计算，可以得出如下结论：

1. 首先肯定 SN1054 是一颗超新星。

因为多次计算的结果，其爆发时释放的总能量在 10^{41} 焦耳以上。只有超新星才能达到这个数量级。

2. 同时可以肯定 SN1054 是一颗 I 型超新星。

因为我们取上限数据计算其爆发时释放的总能量为 10^{42} 焦耳量级。一般都在 10^{41}—10^{42} 焦耳之间。按照文献[6]和我们自己工作的结果，都认为爆发时释放出这个数量级能量的，是 I 型超新星。

3. 还可以进一步判断它可能是一颗典型的 I 型超新星。

我们曾对 SN1054 的光变曲线做过各种形式的修正，并进行了相应的计算，其结果均在 10^{42} 焦耳的数量级以下。即使考虑到星际吸收的影响，其数量级仍不变。这在相当程度上说明 SN1054 可能是一颗比较典型的 I 型超新星。 如将

其光变曲线与 I 型超新星平均光变曲线加以比较，可见其外观轮廓也极其相似．因此我们认为它可能是一颗典型的 I 型超新星．

4. 本文只计算了可见光波段的能量，因而总能量的值偏低一些．如果计及爆发时的物质抛失能量，总能量要高得多．

参 考 文 献

[1] Allen, C. W., "Astrophysical Quantities", 1973, p. 221.

[2] Schramm, D. N., "Supernovae", 1977, p. 53.

[3] 马珥，陈秉乾，尹其丰，«天文学报»第 20 卷第 4 期(1979)，393 页．

[4] Leventhal, L. and Mccall, S. L., Nature, 255 (1975), p. 690. Van Hise, J. R., Ap. J., 192 (1974), p. 657.

[5] Cosmovici, C. B. ed., "Supernovae and Supernova Remnants", 1974, p. 3.

[6] Zeldovic, Ya. B. and Novikov, Relativistic Astrophysics Vol. 1, p. 346, p. 356.

[7] Lang, K. R., "Astrophysical Formulae" p. 562.

大衍历关于日月运行的研究

张培瑜　卢　央　刘桂霞

唐朝僧一行(张遂)于玄宗开元九年(公元 784 年)奉诏修订新历，开元十七年颁行．大衍历颁行后，瞿昙譔、陈玄景等提出批评．开元二十一年侍御史李麟、太史令桓执圭等用天文记录考验各家历之优劣，《唐书·历志》说："大衍十得七八，麟德才三四，九执一二焉．"由此可见一行修订之大衍历，在当时应较其他各家历为精密．大衍之优越，固然反映了当时科学知识的进步，也因为一行在若干天文概念上比其他各家有较为正确的认识．他对太阳、月亮运行的认识就要比前人深刻．

在太阳运行上，公元六世纪张子信即已发现日行有迟速．《隋书》上说他避乱隐于海岛，通过长时期用浑仪观测和推步日月五星的运动，得出"日行春分后则迟，秋分后则速"的新观点．张子信得出的这一结论现今看来虽不够完整和准确，但他的这个发现却促进了隋唐时期历法家们关于日行盈缩的深入研究，为推算定气定朔建立了良好的基础．

刘洪乾象历之后，各家历法都有由平朔校正为定朔的计算方法．但由于他们不知道日行速度也有变化，因而仅凭近点月内月行速度变化计算，当然不可能十分准确．隋大业历以后，历家开始兼顾月行迟疾和日行盈缩来推算定朔时刻，这在中国历法史上是一重要的改进．而后刘焯在其修订的《皇极历》中提出以太阳在黄道上运动的角距离来划分节气，因太

阳运动不是匀速的，所以走过同样的距离所需时日并不一样，两个节气间的日数并不都相同．这在中国历法史上也是第一次引入“定气”的概念．但刘焯对太阳视运动迟速的定量认识还是很差的，他认为太阳“春分前一日最急，后一日最舒；秋分前一日最舒，后一日最急．”所以自张子信以来，尽管历法家们接受了日行有疾徐的观念，但由于定量认识很差，在一行大衍历之前，具体运用上还很不够．

一行对日行疾徐作了较深入的研究，在大衍历议中他对太阳运行规律的认识是：“日南至，其行最急，急而渐损；至春分及中而后退，迨日北至，其行最舒，而渐益之，以至秋分又及中而后益急．”在《大衍历议·步日躔术》中，他给出定气之间的时间长度及其与平气之间的差数，反映了一行对太阳运行有较为实际而深刻的认识．

在月亮运行上，东汉以来即已认识到月行的迟疾，至刘洪，实测近点月内每日月亮实际运行的速度，因而在其《乾象历》中创求朔、弦、望、定大小余法，以推求日月合朔、满月、上下弦的确定时刻，其所创之法为后世历家采用．为求准确的交食时刻，有些历法家提出废“平朔”而采用“定朔”．何承天就说：“月有迟疾，合朔、月食不在朔望，亦非历意也．故元嘉皆以盈缩定其小余，以正朔望之日”．但求定朔，仅仅知道月行有迟疾而不考虑日行盈缩自不能精确．至刘焯《皇极历》始将这两者同时加以考虑．《皇极历》求定朔、定望的日名及时刻，分两部分计算：1.计算因月行速度不等而引起的校正数，2.计算因日行速度不等而引起的校正数．然后将此二改正数加减于平朔时刻而求得定朔时刻．刘焯为此还创造了一种内插法，成为我国古代数学的一项成就．一行的大衍历推算因月行速度不等而引起的定朔改正数，方法上和皇极历相同，但却采用远地点作为近点月的起点，一行为推算平朔、实朔间的

改正量创造了一种不等间距内插法，发展了刘焯的成就。

一、大衍历关于日、月运行的基本法数和推步

一行根据易系词"象数"语言来解释和说明他在大衍历中采用的数据，似乎有意用这种办法强调他的数据是得自一种宇宙根本法则．当然我们可以撇开他的这种解释，直接掌握其天文学意义． 但对他的解释有一个一般的了解还是必要的．

一行大衍术中最主要的数据就是"通法"，即 3040．所谓通法，就是日法，即将一日划分为 3040 份．一行将所有日月五星运动周期的分数部分都用 3040 为共同的分母，所以这是一个最基本的数据．之所以采用 3040 这个数，《历本议》中说，"天地中积，千有二百，揲之以四，为爻率三百，以十位乘之，而二章之积三千；以五材乘八象为二微之积四十，兼章微之积，则气数之分母也"．这里所说"天地中积，千有二百"是天中之积和地中之积相加得一千二百．天中之积是五行成数之和（即为$6+7+8+9+10=40$）和五行生数之和（$1+2+3+4+5=15$）的乘积，为 $40\times15=600$；地中之积是五行生数之和（15）和五行成数之和（40）的乘积，为 $15\times40=600$．天地中积"揲之以四"，即 $1200\div4=300$，此即为爻率，爻率乘 10 得 $300\times10=3000$，此即为"二章之积"．这个二章之积再加上二微之积，即 $5\times8=40$ 共得 3040． 这个数兼"章微之积"，故用以为气数之分母．这里的章和微，是"数象微于三、四，而章于七、八"的微和章．以下，我们仅作简单地解释，不再作这样的说明．

策实：1110343，"策以记日"，"岁分曰策实"，即立策实确定回归年之长度．按此计算，

$$一回归年长=\frac{1110343}{3040}=365\frac{743}{3040}=365.24441\ 日.$$

揲法：89773，"朔实曰揲法"，故揲法是将一朔望月之长度分为89773分，以此计算，

$$一朔望月=\frac{89773}{3040}=29\frac{1613}{3040}=29.53059日.$$

減法：91200．取30天整日数之月，其时间长度为91200分．亦即 $3040\times30=91200$．

用差：17124．減法91200分与揲法89773分有一个差值，即称为朔虚分，其值为 $91200-89773=1427$，一年十二个月，共有十二个朔虚分，总值为 $1427\times12=17124$，此即用差．

策余：15943．一岁分24个节气，每节气平均为 $15\frac{15943}{3040\times24}$ 日，乘以24就得一年节气日数为 $360\frac{15943}{3040}$．此分子15943称策余，它是一回归年除去三百六十整日数的差额，即5.24441日．

挂限：87018．挂限即闰限．揲法減去挂限即

$$89773-87018=2755,$$

这个差数再減去朔虚分(即一个朔望月日数与30日之差，化成分数的值即1427)有：$2755-1427=1328$，这个1328叫做中盈分．中盈分是一回归年日数平均分为十二份，每份之日数为

$$365\frac{743}{3040}\Big/12=30\frac{1328\frac{14}{24}}{3040},$$

分子的整数部分即中盈分，中盈分是一回归年的十二分之一与三十天的差额(取整数份数)．将中盈分加上朔虚分，就是一个朔望月与一回归年的十二分之一的差额，叫做闰余分，这个

闰余分是因为采用朔望月周期而出现的，十二个闰余分共计为 $2755\times12=33060$，即十二个朔望月与一回归年的差额(约为 $33060/3040=10.875$ 日)。取挂限的值为一个指标，当某个月闰余分大于或等于挂限 87018 时，则其下一个月为闰月。

三元之策十五，余六百六十四，秒七，每一节气平均为 $15\dfrac{664\frac{7}{24}}{3040}$ 日，所以说三元之策即廿四节气每一气的平均日数，分数部分的分子，其整数为余数，带分数之分子称秒。

四象之策二十九，余千六百一十三，《历本议》曰："策以纪日，象以纪月"，四象之策者，即一朔望月之日数，以揲法 89773 除以通法有 $89773/3040=29\dfrac{1613}{3040}$。

爻数六十，爻数实即一干支周数。

象统二十四，象统即二十四节气，又为秒母。

积算，当上元冬至到本年前冬至的积年数，也叫距元，至唐开元十二年甲子为 96961740。

岁差，三十六太，即 $36\dfrac{3}{4}$ $\left(\text{如果是 }\dfrac{1}{4}\text{ 就是少}\right)$。

乾实，1110379 太，即 $1110379\dfrac{3}{4}$，即周天，它等于策实加岁差。

周天度三百六十五，虚分 $779\dfrac{3}{4}$，因为大衍历以虚宿九度为起算点。所以以通法除乾实得：

$$\frac{1110379\frac{3}{4}}{3040}=365\frac{779\frac{3}{4}}{3040},$$

其分数部分的分子叫虚分，亦即余分。

转终 6701279，即将一近点月日数化为分数(即近点月日

数×3040)，又将分数化为秒数(即又乘以80)，得转终.

转終日二十七，余千六百八十五，秒七十九，即将转终化为日数，$27\frac{1685\frac{79}{80}}{3040}$.

转法76，即月亮每日行度之分母，用转法除月亮的每日转分，即得月亮行度(相对太阳)，每日转分即月亮从远地点起算每日行走之距离分数.

转秒法80，每日3040分，每分80秒.

以策实乘积算叫中积分，故中积分等于

$$1110343\times96961741.$$

中积分除以日法得积日，除以揲法即得积月. 若不尽，则其分数部分之分子叫归余之卦.

中积分减去归余之卦叫朔积分，朔积分除以通法得日，不尽，其分数部分之分子为小余，小余为开始入天正经朔之分数，即整日数为(天正月)十一月前，即十月底止的整日数，余数为进入天正十一月经朔之分数.

以上是大衍历给出的描述日、月运行的基本数据，这些数据除3040通法，我们引述了历本议上的用易系辞说明的话外，其余都只直接给出其实际意义的解释.

二、关于日行的认识

大衍历关于岁差的认识，前述基本数据中已经给出，大衍历乾实(周天)为$1110379\frac{3}{4}$，岁差$36\frac{3}{4}$，以36.75除通法3040得出82.72年退行一度. 隋唐各家历法的岁差不是过多，就是过小，大衍历岁差也失之于太小. 一行于日度议中，详细考察了各家历之得失，考察古今之记录，批判李淳风不信有岁差

的观点。

在《步日躔术》中，一行给出了两相邻节气之间太阳实行和平行的差值，称为"盈缩分"，又给出了自冬至起至任一节气之间累积差数(盈缩分之总和)，称作"先后数"。根据这些数值，我们可得出由于日行迟速不一，大衍历所给每两个节气之间太阳实际运行的日数。一行于开元九年奉诏编制新历，十五年草成而一行卒，大衍历根据大量观测资料制订。我们以开元十二年(公元724年)为例，用近代太阳运动理论来计算其时每两个节气之间太阳真实运行的天数，并与大衍历所给数值作一比较，见表1。

太阳视运动不是均匀的，真黄经与平黄经之差的最主要部分，即是由地球椭圆运动引起的，称为中心差。它的值与地球轨道的偏心率 e 有关。考虑到 e 的三次项，其差值为

$$2e\sin M+\frac{5}{4}e^2\sin 2M-\frac{13}{12}e^3\sin 3M-\frac{e^3}{4}\sin M$$

式中 M 为平近点角，其值等于平黄经与近日点的黄经之差。

地球轨道的偏心率很小，它的数值又随时间 t 有一定变化，它的高次项下降得很快，所以主要由它的一次、二次项决定。

由此可得出，在一行的时代，如唐开元十二年(公元724年) e 值约为 0.01723，由 e 的一次项引起的中心差系数，实际上应为 $1^\circ.9746$ 或 $118'.5$，$7108''.6$。而由大衍历给出的数值(先后数)得出的这个系数约为

$$\frac{7366}{3040}\times 0.^\circ98561=2.^\circ38816=143'.29$$
$$=8597''.37$$

太阳运动有快有慢，一般认为是公元前二世纪希腊天文学家依巴谷首先发现。公元二世纪托勒密将中心差系数定为

续表

定气	大衍历				开元十二年	相邻节气
	盈缩分	先后数	正弦函数	定气间日数	真交节时日	之间日数
冬至	盈 2353	先端	0	14.444	1985484.933	14.722
小寒	1845	先 2353	1906.5	14.612	499.655	14.776
大寒	1390	4198	3683.0	14.761	514.431	14.857
立春	976	5588	5208.5	14.898	529.288	14.965
雨水	588	6564	6379.1	15.025	544.253	15.089
惊蛰	盈 214	7152	7115.0	15.148	559.342	15.225
春分	缩 214	7366	7366.0	15.289	574.567	15.360
清明	588	7152	7115.0	15.412	589.927	15.489
谷雨	976	6564	6379.1	15.540	605.416	15.597
立夏	1390	5588	5208.5	15.676	621.013	15.681
小满	1845	4198	3683.0	15.825	636.694	15.733
芒种	2353	2353	1906.5	15.992	652.427	15.748
夏至	2353	后端	0	15.992	668.175	15.726
小暑	1845	后 2353	−1906.5	15.825	683.901	15.668
大暑	1390	4198	−3683.0	15.676	699.569	15.578
立秋	976	5588	−5208.5	15.540	715.147	15.465
处暑	588	6564	−6379.1	15.412	730.612	15.336
白露	缩 214	7152	−7115.0	15.289	745.948	15.198
秋分	盈 214	7366	−7366.0	15.148	761.146	15.066
寒露	588	7152	−7115.0	15.025	776.212	14.942
霜降	976	6564	−6379.1	14.898	791.154	14.840
立冬	1390	5588	−5208.5	14.761	805.994	14.763
小雪	1845	4198	−3683.0	14.612	820.757	14.717
大雪	盈 2353	2353	−1906.5	14.444	835.474	14.702
冬至					850.176	

143′，一行得出的数值与此相当。西方到十六世纪哥白尼才得出比较精确的数值(111′)。

大衍历日躔表中的“损益率”和“朓朒积”是以月平均速度(每日13.36875度)除“盈缩分”和“先后数”所得的商数，因为

皇极历				麟德历			
躔衰	衰总	正弦函数	定气间日数	躔差率	消息总	正弦函数	定气间日数
增 28	先端	0	14.680	益 722	息初	0	14.680
24	先 28	37.3	14.757	618	息 722	959.7	14.757
20	52	72.0	14.834	514	1340	1854.0	14.835
20	72	101.8	14.834	514	1850	2622.0	14.835
24	92	124.7	14.757	618	2368	3211.2	14.757
增 28	116	139.1	14.680	益 722	2986	3581.6	14.680
损 28	144	144.0	15.757	损 722	3708	3708.0	15.757
24	116	139.1	15.680	618	2986	3581.6	15.680
20	92	124.7	15.603	514	2368	3211.2	15.602
20	72	101.8	15.603	514	1854	2622.0	15.602
24	52	72.0	15.680	618	1340	1854.0	15.680
28	先 28	37.3	15.757	722	息 722	959.7	15.757
28	后端	0	15.757	722	消初	0	15.757
24	后 28	−37.3	15.680	618	消 722	−959.7	15.680
20	52	−72.0	15.603	514	1340	−1854.0	15.602
20	72	−101.8	15.603	514	1854	−2122.0	15.602
24	92	−124.7	15.680	618	2368	−3211.2	15.680
损 28	116	−139.1	15.757	损 722	2986	−3581.6	15.757
增 28	144	−144.0	14.680	益 722	3708	−3708.0	14.680
24	116	−139.1	14.757	618	2986	−3581.6	14.757
20	92	−124.7	14.834	514	2368	−3211.2	14.835
20	72	−101.8	14.834	514	1854	−2622.0	14.835
24	52	−72.0	14.757	618	1340	−1854.0	14.757
增 28	后 28	−37.3	14.680	益 722	722	−959.7	14.680

以1日＝3040分计算，一常气间有46246分，常气间分数加减某一气的“盈缩分”就得出定气间的分数。某个常气的交气时刻加减这个气的“先后数”得这个定气的时刻。如果要推算某一定气内一个定朔的时刻，就要计算出这个定气初的“损益

率”和平朔时的“损益率”，因而得出平朔的“朓朒积”，也就是因日行有迟速而引起的改正数. 由于定气间距不相等，一行又发展了不等间距内插法，此处不赘述.

从大衍历步日躔术表可见，在冬至和夏至项的先后数栏目中注明先端和后端，表明在冬至和夏至时并无盈缩分的累积，因而可见其取远地点与近地点时间为冬夏至，这并不十分准确. 以开元十二年为例，通过计算其年前冬至在 723 年 12 月 18日上午 10^h24^m(UT)，儒略日为 1985484.933，日地距离为0.983465070 天文单位，视差 8″.9420. 而该年过近日点的时日应是723年12月 9 日16^h41^m(UT)，儒略日为1985476.195，该时日地距离为 0.983269860 天文单位，地平视差为 8″.94378，在冬至前 8.738 天.

三、月行迟疾的认识

对月亮运行速度有变化的认识大概在东汉时代已经相当明确了.《后汉书·律历志》录贾逵论历说：“今史官推合朔、弦、望、月食加时，率多不中，在于不知月行迟疾意.”并提到当时的治历官员李梵、苏统已经实际测知月行有迟疾. 还知道：“率一月移故所疾处三度.”说明李梵、苏统已经提出月亮运行最快处，即近地点的观念，同时指出这个月的近地点比上月的近地点向前推进约三度，而九年推进一周天，故“九岁一复”. 按四分历数据，日行一周，月行 $13\frac{7}{9}$ 周. 故九岁月行 120.316 周，周天 365.25 度，故近地点每月推进 3.036 度，从而可推得一近点月为

$$(365.25+3.036)\div 13\frac{7}{9}=27.54893 \text{ 日}$$

至刘洪造乾象历，提出"月行三道术"．他以$365\frac{145}{589}$为一回归年日数，亦即一周天度数，分一度为589分，则一周天共有215130分．他将每月近地点推进的度数化为分数，称为"过周分"．过周分为$1825\frac{7}{47}$，以每度589分约之为3.098度，以过周分除周天215130分，得117.87个近点月，约8.894岁而一复．求近点月日数：

$$\left(215130+1825\frac{7}{47}\right)\div 7874=27.55336\text{日}$$

式中7874为月周，乾象历以一纪为31章，一章月行周天254周，故月周为254与31之乘积，即月亮每日以平均速度运行的分数．乾象历近点月的长度与近世实测的近点月日数27.55460相差不大．

至大衍历，则以转终6701279为月绕地行一周之分数，又以76为转法，则转终即月绕地76周之日分，故月绕地一周之日数为$27\frac{1685\frac{79}{80}}{3040}$日$=27.5546011$日，其近点月日数与近世实测尤为密近，说明大衍历对月行迟疾的认识有了进步．

大衍历表述月行速度变化的详细情况是给出一个月离表．因为大衍历求定朔大体上与刘焯的皇极历相似，先给出平朔，并求其在近点月周期中的位置，即此平朔离近地点（大衍历中是远地点）时刻的时间间隔．然后按月亮近点月周期表（即月离表）计算平朔时刻月亮平均运动对真实运动的校正，将这个校正加到平朔时刻上，即得定朔时刻，因而月离表是大衍历描述月亮运行的主要数据表．

这个表共列六栏，即转日、转分、列衰、转积度、损益率、朓朒积．转日，自一月之零日(0.0)开始，一日与二日交界为1.0

日，二日与三日交界为2.0日，如此类推．转分，表示月亮每日实行分数，除以转法76，即得每日月亮实行度数，如一日转分917，除以76得$12\frac{5}{76}$．第三栏列衰，是$n+1$日的转分减去n日的转分，差数若为正数，则为进，若为负数则为退，记于第n日下．第四栏转积度，表示逐日转分的总和，化为度数记录在案．如二日为十二度五分，即$12\frac{5}{76}$，是一日之转分917除以转法76，所得之数，三日为二十四度23分，即$24\frac{23}{76}$，为二日转分除以转法76得$12\frac{18}{76}$，以此再加上二日之$12\frac{5}{76}$，得$24\frac{23}{76}$．第五栏为损益率，是月亮实际运行分数与月亮平均运行分数的差值乘上一个比例常数，这个比例常数应与月亮运行有关，大衍历用一日的分数与月亮每日平均运行分数之比值，即损益率描述月亮每日实际运行情况．第六栏朓朒积为某转日开始以前逐日损益率的总和．

这六个栏目数据描述月亮一近点月内运行的情况，《大衍历》还要将它与朔望月建立起联系，一近点月与大衍历一朔望月相差为

$$29.53059-27.55460=1.97599\text{日}$$

《大衍历·步月离术》称为转差日一，余二千九百六十七，秒一．如果假定近点月与朔望月同起始于朔，那么经一近点月后还要加这个转差日，才是下一个朔，再用一象之策（一个月分为四个象，一象为$7\frac{1163\frac{1}{4}}{3040}$），加上得上弦之时，再加一象之策得望等等，如此建立起朔望月与近点月之间的关系．

四、大衍历计算定朔的方法和精度

日月相会谓之合朔．前已说明东汉贾逵就已知道月行有迟疾．后汉末，刘洪乾象历首先经过实测详细给出近点月内每日月亮实行的速度，提出求定朔的方法．他虽然没有认识到日行也有疾徐，但计算的定朔时刻已很准确．张子信发现了日行有疾徐后，隋朝刘焯编制皇极历就考虑了月亮也计入太阳视运动的不均匀性来计算定朔，但皇极历受到张胄玄的排斥，一直未能颁行．直到唐朝初年，傅仁均的戊寅元历正式颁行(公元619年)，历法中采用了定朔，但二十多年后又被取消了．高宗麟德二年(公元 665 年)施行的李淳风麟德历重新采用定朔．自此以后，颁行的历法中一直采用定朔了．麟德历行用五六十年后，误差累积使得预报的日食又有几次不准确，于是开元九年一行和尚受命改历．

大衍历对于近点月内月亮运动的认识比前人有了一些进步．因为月亮在远地点运行速度最慢，它采用以远地点作为月亮近点月运动的起点，比以近地点为起点优越，这个方法为唐宋主要历法所采用．对大衍历月离表的分析研究，大衍历与麟德历、宣明历等唐代历法月离表的比较，我们另有文章论及．这里主要介绍大衍历计及太阳、月亮运动不均匀计算定朔的方法和它的精确度．

大衍历"推朔望加时定日及小余术"（求定朔定望的日名和时刻)包括两方面的内容：

1．计算因月行迟速而引起的改正量 S；

2．计算因日行疾徐而引起的改正量 T．

平朔时刻$\pm(S+T)=$定朔时刻．

其中，
$$S = S_n + s\frac{\delta_n + \delta_{n+1}}{2} + s(\delta_n - \delta_{n+1}) - \frac{s^2}{2}(\delta_n - \delta_{n+1});$$

$$T = T_0 + t\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{l_1 + l_2} + t\left(\frac{\Delta_1}{l_1} - \frac{\Delta_2}{l_2}\right) - \frac{t^2}{l_1 + l_2}\left(\frac{\Delta_1}{l_1} - \frac{\Delta_2}{l_2}\right);$$

S_n 为远地点后第 n 日的朓朒积；δ 为第 n 日的损益率，其值为$\frac{(\text{月实行})_n - \text{月平行}}{\text{月平行}}$；$s$ 为入转分的小数部分，入转分是平朔离其前远地点的时间间距，整日数为 n，小数部分为 s；T_0 为所求朔日前面一个定气的朓朒积；Δ_1，Δ_2 为这一定气和下一定气的损益率；l_1，l_2 为两个定气的长度；t 为定气到平朔的时间间隔。

我们用大衍历方法推算了自开元十二年(公元 724 年)年前冬至月到天宝元年(公元 742 年)共十九年 235 个月的定朔干支和时刻。计算结果列于表 2 。为了比较，表中同时列出作者用现代天文方法计算这 235 个月所得的实朔干支、时刻。

这 235 个月中，与真实合朔时刻相差最大的一次在开元十七年中，误差达 3^h08^m。 误差大于 0.1 天(2.4 小时)者共有 10 次。十九年中每年定朔和实朔的平均误差见表 3 。整个十九年 235 个月定朔和实朔平均相差为 -4.04 分。

在一千二、三百年前有这样的精确度应该说是不容易的。

但，就每个朔日而言，大衍历得出的与真实合朔时刻的差别有些还是很大的，原因主要有下列几点；

1. 冬至点与近日点之间的差异，以开元十二年为例，冬至时刻为儒略日 1985484.933，而过近日点时刻为 1985476.195，

表 2

年	月	平朔	入转分	S	T	定朔	实	朔	定-实
开元十二年	冬至月	59.590	5.393	0.380			723.12.2	59.976	
		29.120	7.369	0.415	0.062	29.597	724.1.1	29.584	0.013
		58.651	9.345	0.340	0.139	59.131	1.31	59.107	0.024
		28.182	11.321	0.221	0.177	28.579	2.29	28.544	0.035
		57.712	13.297	0.046	0.174	57.933	3.29	57.903	0.030
		27.242	15.273	−0.133	0.130	27.240	4.28	27.214	0.026
		56.773	17.249	−0.250	0.058	56.581	5.27	56.519	0.062
		26.304	19.225	−0.357	−0.033	25.914	6.25	25.872	0.042
		55.834	21.201	−0.395	−0.121	55.319	7.25	55.315	0.003
		25.365	23.177	−0.334	−0.171	24.860	8.23	24.871	−0.011
		54.896	25.153	−0.232	−0.187	54.477	9.22	54.539	−0.062
		24.426	27.129	−0.023	−0.166	24.235	10.22	24.293	−0.058
开元十三年	冬至月	53.957	1.550	0.153	−0.058	54.052	11.21	54.086	−0.034
		23.487	3.526	0.295	0.096	23.878	12.20	23.857	0.021
		53.018	5.502	0.385	0.157	53.560	725.1.19	53.551	0.009
		22.549	7.478	0.417	0.181	23.147	2.18	23.127	0.020
		52.079	9.454	0.336	0.165	52.580	3.19	52.576	0.004
		21.610	11.430	0.214	0.106	21.930	4.17	21.923	0.007
		51.140	13.406	0.036	0.102	51.278	5.17	51.213	0.065
		20.671	15.382	−0.079	0.012	20.604	6.15	20.499	0.105
		50.202	17.358	−0.242	−0.091	49.869	7.14	49.821	0.048
		19.732	19.334	−0.352	−0.154	19.227	8.13	19.212	0.015
		49.263	21.310	−0.397	−0.183	48.683	9.11	48.704	−0.021
		18.793	23.286	−0.350	−0.174	18.269	10.11	18.315	−0.046
		48.324	25.262	−0.239	−0.129	47.956	11.10	48.048	−0.092
开元十四年	冬至月	17.855	27.238	−0.079	0.035	17.811	12.9	17.862	−0.051
		47.385	1.660	0.151	0.123	47.659	726.1.8	47.685	−0.026
		16.916	3.636	0.303	0.170	17.389	2.7	17.434	−0.045
		46.446	5.612	0.390	0.179	47.016	3.9	47.051	−0.035
		15.977	7.588	0.418	0.147	16.543	4.7	16.532	0.011
		45.508	9.563	0.332	0.071	45.911	5.6	45.907	0.004
		15.038	11.539	0.207	0.051	15.296	6.5	15.222	0.074
		44.569	13.515	0.026	−0.068	44.527	7.4	44.518	0.009

续表 2

年	月	平朔	入转分	S	T	定朔	实	朔	定-实
开元十四年		14.099	15.491	−0.112	−0.133	13.854	8.2	13.825	0.029
		43.630	17.467	−0.234	−0.174	43.222	9.1	43.178	0.044
		13.160	19.443	−0.347	−0.179	12.634	9.30	12.617	0.017
		42.691	21.419	−0.396	−0.148	42.148	10.30	42.179	−0.031
开元十五年	冬至月	12.222	23.395	−0.353	−0.058	11.810	11.28	11.869	−0.059
		41.752	25.371	−0.246	0.072	41.579	12.28	41.652	−0.073
		11.283	27.347	−0.021	0.145	11.407	727.1.27	11.460	−0.053
		40.813	1.769	0.174	0.179	41.166	2.26	41.216	−0.050
		10.344	3.745	0.310	0.172	10.826	3.27	10.870	−0.044
		39.875	5.721	0.394	0.124	40.393	4.26	40.410	−0.017
		9.405	7.697	0.419	0.058	9.948	5.25	9.850	0.098
		38.936	9.673	0.328	−0.025	39.239	6.24	39.216	0.023
		8.466	11.649	0.200	−0.117	8.642	7.23	8.537	0.105
		37.997	13.625	0.017	−0.171	37.844	8.21	37.850	−0.006
		7.528	15.601	−0.165	−0.181	7.182	9.20	7.196	−0.014
		37.058	17.577	−0.227	−0.163	36.669	10.19	36.619	0.050
		6.589	19.553	−0.342	−0.106	6.141	11.18	6.143	−0.002
开元十六年	冬至月	36.119	21.529	−0.395	0.003	35.727	12.17	35.766	−0.039
		5.650	23.505	−0.333	0.104	5.421	728.1.16	5.465	−0.044
		35.181	25.481	−0.253	0.162	35.090	2.15	35.198	−0.108
		4.711	27.457	−0.010	0.181	4.882	3.15	4.926	−0.044
		34.242	1.878	0.184	0.159	34.585	4.14	34.608	−0.023
		3.772	3.854	0.318	0.094	4.184	5.14	4.214	−0.030
		33.303	5.830	0.431	0.023	33.757	6.12	33.729	0.028
		2.834	7.806	0.420	−0.084	3.169	7.12	3.156	0.013
		32.364	9.782	0.324	−0.151	32.537	8.10	32.526	0.011
		1.895	11.758	0.193	−0.184	1.904	9.8	1.882	0.022
		31.425	13.734	0.008	−0.180	31.254	10.8	31.264	−0.090
		0.956	15.710	−0.047	−0.139	0.770	11.6	0.696	0.074
开元十七年	冬至月	30.486	17.686	−0.219	0.047	30.314	12.6	30.183	0.131
		0.017	19.662	−0.338	0.093	59.773	729.1.4	59.723	0.050
		29.548	21.638	−0.395	0.173	29.326	2.3	29.312	0.014

续表 2

年	月	平朔	入转分	S	T	定朔	实	朔	定-实
开元十七年		59.078	23.614	−0.362	0.178	58.895	3.4	58.949	−0.054
		28.609	25.590	−0.178	0.142	28.573	4.3	28.623	−0.050
		58.139	0.011	−0.002	0.062	58.195	5.3	58.299	−0.104
		27.670	1.987	0.194	0.058	27.922	6.1	27.941	−0.019
		57.201	3.963	0.325	−0.047	57.479	7.1	57.515	−0.036
		26.731	5.939	0.404	−0.128	27.007	7.31	27.022	−0.015
		56.262	7.915	0.420	−0.172	56.510	8.29	56.480	0.030
		25.792	9.891	0.320	−0.187	25.925	9.27	25.922	0.003
		55.323	11.867	0.186	−0.155	55.354	10.27	55.362	−0.008
开元十八年	冬至月	24.854	13.843	−0.000	−0.058	24.795	11.25	24.806	−0.011
		54.384	15.819	−0.184	0.082	54.282	12.25	54.257	0.025
		23.915	17.795	−0.314	0.150	23.751	730.1.23	23.720	0.031
		53.445	19.771	−0.333	0.180	53.292	2.22	53.217	0.075
		22.976	21.747	−0.395	0.169	22.750	3.23	22.757	−0.009
		52.506	23.723	−0.300	0.117	52.323	4.22	52.348	−0.025
		22.037	25.699	−0.177	0.058	21.918	5.21	21.969	−0.051
		51.568	0.121	0.110	−0.016	51.661	6.20	51.600	0.061
		21.098	2.097	0.192	−0.102	21.188	7.20	21.223	−0.035
		50.629	4.073	0.319	−0.159	50.789	8.18	50.826	−0.037
		20.160	6.049	0.394	−0.182	20.372	9.17	20.403	−0.031
		49.690	8.025	0.384	−0.167	49.908	10.16	49.947	−0.039
		19.221	10.000	0.301	−0.115	19.407	11.15	19.449	−0.042
开元十九年	冬至月	48.751	11.976	0.179	0.016	48.946	12.14	48.910	0.036
		18.282	13.952	−0.008	0.112	18.385	731.1.13	18.340	0.035
		47.812	15.928	−0.192	0.166	47.786	2.11	47.761	0.025
		17.343	17.904	−0.321	0.181	17.203	3.13	17.188	0.015
		46.874	19.880	−0.329	0.155	46.699	4.11	46.636	0.063
		16.404	21.856	−0.395	0.085	16.094	5.11	16.119	−0.025
		45.935	23.832	−0.371	0.035	45.599	6.9	45.650	−0.051
		15.465	25.808	−0.151	−0.077	15.237	7.9	15.244	−0.007
		44.996	0.230	+0.021	−0.149	44.868	8.7	44.900	−0.032
		14.527	2.206	0.202	−0.186	14.542	9.6	14.592	−0.050

续表 2

年	月	平朔	入转分	*S*	*T*	定朔	实	朔	定-实
开元十九年		44.057	4.182	0.326	−0.186	44.197	10.6	44.278	−0.081
		13.588	6.158	0.398	−0.138	13.848	11.4	13.917	−0.069
开元二十年	冬至月	43.118	8.134	0.383	−0.058	43.443	12.4	43.487	−0.044
		12.649	10.110	0.297	0.121	13.067	732.1.3	12.987	0.080
		42.180	12.086	0.158	0.175	42.513	2.1	42.431	0.082
		11.710	14.062	−0.029	0.176	11.857	3.1	11.832	0.025
		41.241	16.038	−0.202	0.176	41.215	3.31	41.202	−0.013
		10.771	18.014	−0.324	0.134	10.581	4.29	10.562	0.019
		40.302	19.990	−0.325	0.058	40.035	5.28	39.943	0.092
		9.832	21.966	−0.396	−0.038	9.399	6.27	9.390	0.009
		39.363	23.942	−0.375	−0.123	38.865	7.26	38.940	−0.075
		8.894	25.918	−0.150	−0.171	8.573	8.25	8.598	−0.025
		38.424	0.339	−0.035	−0.185	38.204	9.24	38.333	−0.129
		7.955	2.315	0.211	−0.162	8.004	10.24	8.089	−0.085
开元二十一年	冬至月	37.486	4.291	0.333	−0.058	37.761	11.22	37.813	−0.052
		7.016	6.267	0.402	0.091	7.510	12.22	7.468	0.042
		36.547	8.243	0.381	0.155	37.083	733.1.21	37.034	0.049
		6.077	10.219	0.292	0.181	6.550	2.19	6.509	0.041
		35.608	12.195	0.150	0.166	35.924	3.20	35.899	0.025
		5.138	14.171	−0.042	0.110	5.207	4.19	5.223	−0.016
		34.669	16.147	−0 212	0.058	34.515	5.18	34.519	−0.004
		4.200	18.123	−0.317	0.005	3.888	6.16	3.838	0.050
		33.730	20.099	−0.392	−0.094	33.244	7.16	33.229	0.015
		3.261	22.075	−0.379	−0.155	2.726	8.14	2 727	−0.001
		32.791	24.051	−0.290	−0.182	32.319	9.13	32.345	−0.026
		2.322	26.027	−0.147	−0.172	2.003	10.13	2.066	−0.063
		31.853	0.448	+0.043	−0.124	31.772	11.11	31.853	−0.081
开元二十二年	冬至月	1.353	2.424	0.221	0.029	1.633	12.11	1.647	−0.014
		30.914	4.400	0.340	0.119	31.373	734.1.10	31.388	−0.015
		0.444	6.376	0.406	0.169	1.019	2.9	1.025	−0.006
		29.975	8.352	0.379	0.180	30.534	3.10	30.532	0.002
		59.506	10.328	0.287	0.150	59.942	4.8	59.922	0.002

续表 2

年	月	平朔	入转分	*S*	*T*	定朔	实	朔	定-实
开元二十二年		29.036	12.304	0.142	0.076	29.254	5.8	29.230	0.024
		58.567	14.280	−0.006	0.045	58.606	6.6	58.509	0.097
		28.097	16.256	−0.177	−0.071	27.850	7.5	27.808	0.042
		57.628	18.232	−0.310	−0.136	57.181	8.4	57.162	0.019
		27.158	20.208	−0.388	−0.175	26.596	9.2	26.603	−0.007
		56.689	22.184	−0.381	−0.178	56.130	10.2	56.156	−0.026
		26.220	24.160	−0.296	−0.144	25.780	10.31	25.834	−0.054
开元二十三年	冬至月	55.750	26.136	−0.155	−0.058	55.538	11.30	55.616	−0.078
		25.281	0.558	+0.054	0.067	25.402	12.30	25.445	−0.043
		54.812	2.534	0.230	0.142	55.184	735.1.29	55.237	−0.053
		24.342	4.510	0.346	0.178	24.866	2.27	24.920	−0.054
		53.873	6.486	0.410	0.173	54.456	3.29	54.465	−0.009
		23.403	8.462	0.377	0.127	23.908	4.27	23.885	0.023
		52.934	10.438	0.282	0.058	53.273	5.27	53.223	0.050
		22.464	12.414	0.134	−0.029	22.570	6.25	22.526	0.044
		51.995	14.390	−0.061	−0.119	51.816	7.24	51.826	−0.001
		21.526	16.366	−0.167	−0.171	21.187	8.23	21.157	0.030
		51.056	18.342	−0.304	−0.189	50.563	9.21	50.552	0.011
		20.587	20.318	−0.384	−0.170	20.032	10.21	20.053	−0.021
开元二十四年	冬至月	50.117	22.294	−0.384	−0.058	49.676	11.19	49.681	−0.005
		19.648	24.270	−0.301	0.100	19.447	12.19	19.422	0.025
		49.179	26.246	−0.163	0.159	49.175	736.1.18	49.222	−0.047
		18.709	0.667	+0.065	0.181	18.955	2.17	19.005	−0.050
		48.240	2.643	0.239	0.162	48.641	3.17	48.709	−0.068
		17.770	4.619	0.353	0.161	18.284	4.16	18.303	−0.019
		47.301	6.595	0.413	0.098	47.812	5.15	47.789	0.023
		16.832	8.571	0.374	0.017	17.224	6.14	17.191	0.033
		46.362	10.547	0.276	−0.087	46.551	7.13	46.535	0.016
		15.893	12.523	0.126	−0.152	15.866	8.11	15.854	0.012
		45.423	14.499	−0.067	−0.184	45.172	9.10	45.184	−0.012
		14.954	16.475	−0.158	−0.177	14.619	10.9	14.571	0.048
		44.484	18.451	−0.298	−0.058	44.129	11.8	44.046	0.083

续表 2

年	月	平朔	入转分	S	T	定朔	实	朔	定-实
开元二十五年	冬至月	14.015	20.427	−0.381	0.041	13.675	12.7	13.620	0.055
		43.546	22.403	−0.386	0.126	43.286	737.1.6	43.280	0.006
		13.076	24.379	−0.306	0.172	12.942	2.5	12.991	−0.049
		42.607	26.355	−0.171	0.170	42.606	3.6	42.717	−0.111
		12.137	0.776	+0.074	0.145	12.356	4.5	12.419	−0.063
		41.668	2.752	0.248	0.067	41.983	5.5	42.062	−0.079
		11.199	4.728	0.359	0.056	11.613	6.3	11.624	−0.011
		40.729	6.704	0.416	−0.055	41.121	7.3	41.098	0.023
		10.260	8.680	0.372	−0.131	10.501	8.1	10.501	0.000
		39.790	10.656	0.271	−0.173	39.888	8.30	39.863	0.025
		9.321	12.632	0.118	−0.181	9.258	9.29	9.242	0.016
		38.852	14.608	−0.072	−0.151	38.628	10.28	38.654	−0.026
开元二十六年	冬至月	8.382	16.584	−0.149	−0.058	8.175	11.27	8.116	0.059
		37.913	18.560	−0.292	0.077	37.698	12.26	37.628	0.070
		7.443	20.536	−0.378	0.148	7.066	738.1.25	7.183	−0.117
		36.974	22.512	−0.388	0.179	36.765	2.23	36.786	−0.021
		6.505	24.488	−0.312	0.171	6.364	3.25	6.432	−0.068
		36.035	26.464	−0.100	0.121	36.056	4.24	36.102	−0.046
		5.566	0.886	+0.083	0.058	5.707	5.23	5.762	−0.055
		35.096	2.862	0.257	−0.021	35.333	6.22	35.374	−0.041
		4.627	4.838	0.365	−0.115	4.877	7.21	4.921	−0.044
		34.158	6.814	0.419	−0.161	34.416	8.20	34.412	0.004
		3.688	8.790	0.369	−0.181	3.876	9.18	3.869	0.007
		33.219	10.765	0.265	−0.165	33.319	10.18	33.319	0.000
		2.749	12.741	0.109	−0.110	2.748	11.16	2.768	−0.020
开元二十七年	冬至月	32.280	14.717	−0.076	0.009	32.213	12.16	32.216	−0.003
		1.810	16.693	−0.141	0.108	1.778	739.1.14	1.667	0.111
		31.341	18.669	−0.286	0.164	31.219	2.13	31.136	0.083
		0.872	20.645	−0.375	0.181	0.678	3.14	0.642	0.036
		30.402	22.621	−0.391	0.157	30.168	4.13	30.195	−0.027
		59.933	24.597	−0.317	0.089	59.705	5.12	59.794	−0.089
		29.463	26.573	−0.090	0.029	29.402	6.11	29.418	0.016

续表 2

年	月	平朔	入转分	S	T	定朔	实	朔	定-实
开元二十七年		58.994	0.995	+0.095	−0.081	59.008	7.11	59.050	−0.042
		28.525	2.971	+0.197	−0.150	28.572	8.9	28.672	−0.100
		58.055	4.947	0.371	−0.185	58.241	9.8	58.274	−0.033
		27.586	6.923	0.422	−0.182	27.826	10.7	27.849	−0.023
		57.116	8.898	0.367	−0.145	57.338	11.6	57.382	−0.044
开元二十八年	冬至月	26.647	10.875	0.259	0.053	26.959	12.5	26.869	0.090
		56.178	12.851	0.100	0.133	56.411	740.1.4	56.313	0.098
		25.708	14.827	−0.102	0.174	25.780	2.2	25.730	0.050
		55.239	16.803	−0.250	0.177	55.166	3.3	55.143	0.023
		24.769	18.779	−0.280	0.139	24.629	4.1	24.568	0.061
		54.300	20.755	−0.372	0.156	54.084	5.1	54.021	0.063
		23.830	22.731	−0.394	0.058	23.494	5.30	23.517	−0.023
		53.361	24.707	−0.323	−0.043	52.995	6.29	53.075	−0.080
		22.892	26.683	−0.085	−0.126	22.681	7.28	22.704	−0.023
		52.422	1.104	+0.108	−0.172	52.539	8.27	52.390	−0.031
		21.953	3.080	+0.262	−0.174	22.041	9.26	22.096	−0.055
		51.484	5.056	0.357	−0.158	51.682	10.25	51.775	−0.093
开元二十九年	冬至月	21.014	7.032	0.407	−0.058	21.363	11.24	21.390	−0.027
		50.545	9.008	0.350	0.087	50.981	12.23	50.929	0.052
		20.075	10.984	0.254	0.153	20.481	741.1.22	20.397	0.084
		49.606	12.960	0.092	0.180	49.878	2.20	49.812	0.066
		19.136	14.936	−0.077	0.168	19.228	3.22	19.187	0.041
		48.667	16.912	−0.124	0.113	48.656	4.20	48.541	0.115
		18.198	18.888	−0.274	0.058	17.982	5.19	17.898	0.084
		47.728	20.864	−0.370	−0.013	47.346	6.18	47.301	0.045
		17.259	22.840	−0.397	−0.098	16.764	7.17	16.794	−0.030
		46.789	24.816	−0.329	−0.157	46.303	8.16	46.401	−0.098
		16.320	26.792	−0.071	−0.182	16.067	9.15	16.110	−0.043
		45.851	1.213	0.120	−0.169	45.801	10.14	45.872	−0.071
		15.381	3.189	0.270	−0.119	15.532	11.13	15.628	−0.096

年	月	平朔	入转分	S	T	定朔	实	朔	定-实
（天宝元年）	冬至月	44.912	5.165	0.369	0.022	45.303	741.12.13	45.327	—0.024
		14.442	7.141	0.410	0.115	14.968	742.1.11	14.940	0.028
		43.973	9.117	0.347	0.167	44.487	2.10	44.459	0.028
		13.504	11.093	0.234	0.180	13.918	3.11	13.884	0.034
		43.034	13.069	0.069	0.152	43.255	4.10	43.231	0.024
		12.565	15.045	—0.120	0.081	12.525	5.9	12.530	—0.025
		42.095	17.021	—0.270	0.040	41.866	6.7	41.826	0.040
		11.626	18.997	—0.269	—0.074	11.283	7.7	11.173	0.110
		41.156	20.973	—0.368	—0.148	40.641	8.5	40.614	0.027
		10.687	22.949	—0.400	—0.176	10.111	9.4	10.175	—0.064
		40.218	24.925	—0.229	—0.177	39.812	10.3	39.852	—0.040
		9.748	26.901	—0.054	—0.141	9.553	11.2	9.618	—0.065

表 3

年	开元十二年	开元十三年	开元十四年	开元十五年	开元十六年	开元十七年	开元十八年
相差（分）	13.61	11.19	0.00	—4.65	—27.60	—6.96	—9.75
年	开元十九年	开元二十年	开元廿一年	开元廿二年	开元廿三年	开元廿四年	开元廿五年
相差（分）	—16.92	—7.68	—2.33	7.68	—13.20	4.32	—25.68
年	开元廿六年	开元廿七年	开元廿八年	开元廿九年	天宝元年	平均	
相差（分）	—30.13	—3.00	9.60	13.51	11.16	—4.04	

相差 8.738 天。

2. 大衍历对太阳疾徐的认识与椭圆运动的差别，关于这一点，前面已述。

3. 大衍历计算远地点与实际远地点也有一定的差异。我们计算了开元十二年冬至月起始的十八个月的过远地点时刻列于表 4。表中也给出用大衍历推算的结果，它们之间的差异由表中可以看出。月亮的运动比较快，而且变化很大，一、二天的差异就可引起相当大的误差。

4. 月亮的运动极为复杂，大衍历给出的是平均近点月月亮视运动的情况，这与月亮的真实运动差别很大。因为除地球外，太阳及大行星摄动等因素对月亮影响甚大。当时还没有近代天体力学，也不知道日心体系，这些因素当时是不可能定量认识的，今天不能有过高的要求。我们拿开元十二年几个近点月内的月亮运动作为例子，由此可见一斑，见表 5。

过远地点				远点—远点	远点—近点	实朔干支(地方时)	远点—实朔
日期	世界时	J.D.	干支(地方时)				
723.11.26	06^h14^m	1985462.760	53.560	27.938	15.006	59.976	6.416
12.24	04 45	490.698	21.498	27.926	12.340	29.584	8.086
724.1.21	02 59	518.624	49.424	27.818	11.823	59.107	9.683
2.17	22 35	546.442	17.242	27.403	12.181	28.544	11.120
3.16	08 17	573.845	44.645	26.580	13.164	57.903	13.258
4.11	22 12	600.425	11.225	27.275	14.985	27.214	15.989
5.9	04 45	627.700	38.500	27.782	15.938	56.519	18.019
6.5	23 32	655.482	6.282	27.916	15.771	25.872	19.590
7.3	21 33	683.398	34.198	27.938	13.381	55.315	21.117
7.31	20 05	711.336	2.136	27.886	11.896	24.871	22.735
8.28	17 20	739.222	30.022	27.665	11.945	54.539	24.517
9.25	09 17	766.887	57.687	26.914	12.601	24.293	26.606
10.22	07 13	793.801	24.601	26.807	14.099		
724.11.18	02 35	820.608	51.408	27.618	15.630	54.086	2.678
12.15	17 28	848.226	19.026	27.874	16.015	23.857	4.831
725.1.12	14 24	876.100	46.900	27.918	14.862	53.551	6.651
2.9	12 54	904.038	14.838	27.922	12.263	23.127	8.289
3.9	11 02	931.961	42.760		11.830	52.576	9.816

4

远点—平朔	入转分	过近地点				近点—近点	近点—远点
		日期	世界时	J.D.	干支(地方时)		
6.030	5.393	723.12.11	06^h24^m	1985477.766	8.566	25.272	12.932
7.622	7.369	724.1.5	12 54	503.078	33.838	27.409	15.586
9.227	9.345	2.1	22 44	530.447	1.247	28.176	15.995
10.910	11.321	3.1	02 57	558.623	29.423	28.386	15.222
13.067	13.297	3.29	12 13	587.009	57.809	28.401	13.416
16.017	15.273	4.26	21 43	615.410	26.210	28.228	12.290
18.273	17.249	5.25	03 18	643.638	54.438	27.615	11.844
20.022	19.225	6.21	18 04	671.253	22.053	25.526	12.145
21.636	21.201	7.17	06 39	696.779	47.579	26.453	14.557
23.229	23.177	8.12	17 34	723.232	14.032	27.935	15.990
24.874	25.153	9.9	16 00	751.167	41.967	28.321	15.720
26.739	27.129	10.7	23 44	779.488	10.288	28.412	14.313
		11.5	9 36	807.900	38.700	28.338	12.708
2.549	1.550	12.3	17 42	836.238	7.038	28.003	11.988
4.461	3.526	12.31	17 47	864.241	35.041	26.721	11.859
6.118	5.502	725.1.27	11 05	890.962	1.762	25.339	13.076
7.711	7.478	2.21	19 13	916.301	27.101	27.489	15.659
9.319	9.454	3.21	06 58	943.790	54.590		

表

日期（J.D.)	月亮黄经	每日行程	日期（J.D.)	月亮黄经	每日行度	日期(J.D.)
1985462.762	175°09	11°81	1985490.698	182°05	11°82	1985518.624
463	186.90	11.94	491	193.87	11.94	519
464	198.84	12.11	492	205.81	12.13	520
465	210.95	12.34	493	217.94	12.39	521
466	223.29	12.59	494	230.33	12.71	522
467	235.88	12.84	495	243.04	13.02	523
468	248.72	13.07	496	256.06	13.34	524
469	261.79	13.27	497	269.40	13.62	525
470	275.06	13.46	498	253.02	13.87	526
471	288.52	13.62	499	296.89	14.06	527
472	302.14	13.77	500	310.95	14.20	528
473	315.91	13.91	501	325.14	14.28	529
474	329.82	14.03	502	339.42	14.30	530
475	343.85	14.14	503	353.72	14.27	531
476	357.99	14.21	504	7.99	14.20	532
477	12.20	14.25	505	22.19	14.09	533
478	26.45	14.22	506	36.28	13.93	534
479	40.67	14.14	507	50.21	13.75	535
480	54.81	14.08	508	63.96	13.55	536
481	68.91	13.70	509	77.51	13.33	537
482	82.59	13.52	510	90.84	13.11	538
483	96.11	13.21	511	103.95	12.87	539
484	109.32	12.89	512	116.83	12.64	540
485	122.21	12.57	513	129.47	12.42	541
486	134.78	12.28	514	141.89	12.21	542
487	147.06	12.05	515	154.10	12.03	543
488	159.11	11.88	516	166.13	11.89	544
489	170.99	11.81	517	178.02	11.82	545
490	182.80		518	189.84		546

月亮黄经	每日行度	日期(J.D.)	月亮黄经	每日行度	十二经平均值	大衍历月离表	相差
200°.80	11°.91	1985627.698	188°.89	11°.85	11°.85	11°.89	−0°.04
212.71	12.09	628	200.74	11.92	11.93	12.06	−0.13
224.80	12.35	629	212.66	12.04	12.07	12.23	−0.16
237.15	12.68	630	224.70	12.16	12.26	12.40	−0.14
249.83	13.05	631	236.86	12.28	12.51	12.58	−0.07
262.88	13.43	632	249.14	12.44	12.77	12.76	0.01
276.31	13.81	633	261.58	12.59	13.09	12.97	0.12
290.12	14.14	634	274.17	12.78	13.40	13.20	0.20
304.26	14.42	635	286.95	13.00	13.72	13.45	0.27
318.68	14.61	636	299.95	13.27	14.01	13.63	0.38
333.29	14.72	637	313.22	13.56	14.30	13.81	0.49
348.01	14.72	638	326.78	13.89	14.47	13.99	0.48
2.73	14.62	639	340.67	14.21	14.60	14.16	0.44
17.35	14.44	640	354.88	14.50	14.64	14.33	0.31
31.79	14.17	641	9.38	14.72	14.60	14.42	0.18
45.96	13.88	642	24.10	14.84	14.46	14.25	0.21
59.84	13.57	643	38.94	14.83	14.25	14.08	0.17
73.41	13.26	644	53.77	14.69	13.98	13.92	0.06
86.67	12.98	645	68.46	14.44	13.67	13.73	−0.06
99.65	12.74	646	82.90	14.11	13.36	13.55	−0.19
112.39	12.52	647	97.01	13.70	12.96	13.33	−0.37
124.91	12.35	648	110.71	13.28	12.76	13.10	−0.34
137.26	12.19	649	123.99	12.87	12.62	12.86	−0.24
149.45	12.07	650	136.86	12.51	12.42	12.68	−0.26
161.52	11.95	651	149.37	12.21	12.19	12.50	−0.31
173.47	11.88	652	161.58	12.02	12.04	12.32	−0.28
185.35	11.83	653	173.58	11.87	11.93	12.15	−0.22
197.18	11.84	654	185.45	11.85	11.86	11.98	−0.12
209.02		655	197.30				

西夏天文学初探

汤 开 建

西夏，如果从拓跋思恭的夏州政权算起，它在历史上存在了三百四十余年；若从赵元昊称帝推算，它立国也约近二百年。在这样一段不算很短的历史时期中，党项族及西夏境内的汉、吐蕃、回鹘、吐浑、契丹等族人民用自己的智慧和汗水共同创造了光辉灿烂的古西夏文化。本文拟就西夏文化的一个方面——西夏天文学进行初步探讨。由于资料缺略太甚，不能对西夏天文学进行全面论述，只能凭借一些星散资料，将西夏天文学大略勾勒出一个轮廓，其中的缺略和错误，尚望专家批评。

一、早期党项人的天文知识

党项人最早的居住地主要在川北、甘南及青海东部地区，他们以氏族部落为单位散居游牧于甘肃青海一带的高原。那时候，党项人还没有自己的文字，生产力十分低下，物质生活条件也很简陋。由于他们长时期生活在深山大谷之间，与外界“不相往来”[1]，因此，尽管周围的汉族地区此时早已跨入了封建文明的门槛，外界先进文化的冲击波却被甘青高原的崇山峻岭远远地隔绝开来。直至唐初，原始的党项部落仍然处于蒙昧落后的状态，“俗尚武力，无法令，各为生业，有战阵则相屯聚，无徭赋，不相往来。牧养牦牛、羊、猪以供食，不知

稼穑.其俗淫秽蒸报,于诸夷中最为甚."[2]表现在思想意识上则是极为原始的自然崇拜,"三年一相聚,杀牛羊以祭天."[3]原始萨满教在党项社会中极为盛行,"笃信机鬼,尚诅祝"[4],他们的思想意识"完全受着陌生的、对立的、不可理解的外部大自然的支配"[5]. 因此,党项人不论是战争或工作,首先必须占卜,以求天来预示凶吉. 这些都是由于党项人对整个自然界茫然无知而产生的迷信思想,同时也反映了早期党项人天文知识的贫乏.

据《隋书》、《北史》及新、旧《唐书》对党项人的记载,早期党项人是不知历法的.《隋书·党项传》称党项"候草木以记岁时",称后来进入党项部中的宕昌羌"候草木荣落纪其岁时"[6].这反映了草原牧业民族的原始历法——物候,即以草木枯荣来记录时间的流逝. 草的荣枯标志着牧业生产的一个周期,"草"具有了牧区"年"的意义.《旧唐书·党项传》载:"五月草始生,八月霜雪降". 草生与霜降都与党项人的游牧生产有着极为密切的关系,因此,在长期的生产实践中,"年"、"月"等时间阶段的划分在党项人中逐渐出现. 党项人并定"以十二月为岁首"[7]. 这些年、月、岁首等概念的形成,可以表明早期党项人已有了粗具规模的原始历法.

八世纪初,吐蕃在西藏地区崛起,势力不断向东北扩张. 党项族在吐蕃的逼迫下,开始向东北方向迁徙. 他们从极为偏僻闭塞的甘青高原迁进了中古时期仍居十分重要地位的交通要道——河西、河套地区. 尽管他们仍以畜牧业生产为主,"其所业无农桑事,畜马、牛、羊、橐驼"[8],但是,与唐王朝及周边部落的贸易已将过去那种闭塞保守的局面打开,逐渐与汉族农业地区的先进文化有了较多的接触. 唐王朝为了使这些经常寇掠边境的党项部落得以安抚,在边境州县中,经常拨出部分"空闲田地"[9]分给党项部民,力图使其在农耕化的基础

上逐渐定居，以成为封建王朝的编户边民．这样，先进的农业文化通过各种渠道也慢慢浸润到那些落后的党项部落中来，因之而产生了从事农耕生产的党项人．《宋史·郑文宝传》载："先是，诸羌部落树艺殊少，但以池盐与边民交易谷麦"．从"不知稼穑"到"树艺殊少"，可以看出，农业生产已经在党项部落中产生并逐渐发展．这样，我们可以推断，逐渐走向农耕生产的党项人的天文知识必然较纯游牧时期有所进步．

二、西夏境内通行的几种历法

党项人正式有自己的政权应该从公元881年算起．党项平夏部首领拓跋思恭镇压黄巢起义有功，被唐王朝敕封为夏州节度使、夏国公，统辖银、夏、绥、宥、静五州之地，名义上虽然臣属于中央王朝，实际上已成为一个中央王朝无力控制的割据政权．唐王朝为了笼络这个西北强镇，不断给予各种恩赏赐赉，如唐僖宗时，"赐思恭鼓吹全部．部有三驾，大驾用一千五百三十人，法驾七百八十一人，小驾八百一十六人．"[10]这样大规模的乐队赐予夏州政权，可以反映唐代文化对党项文化影响是极大的．中央王朝向周边属国、节镇颁赐历书是例行之恩礼，因此，我们认为，在夏州政权时，唐历完全可能传人党项部落．《西夏书事》卷九载："西夏自保吉倣扰，羌戎不知正朔几二十年．"这句话告诉我们，赵保吉(即李继迁)公元986年反宋以前，羌戎是知正朔的，宋王朝早在太祖、太宗时就给夏州政权颁赐历书．

赵德明继位后，宋夏交好，双方恢复了正常的和平交往，互通使臣，贡赐频繁．景德四年十月，德明向宋王朝请历，宋真宗将新制《仪天历》颁赐西夏；[11]乾兴元年，宋又赐西夏《仪天具注历》；[12]赵元昊时，又赐新制《崇天万年历》；[13]以后，几乎

每次创制新历时，都要颁赐西夏，[14]直到宋高宗时，因夏国附金，才停止对西夏颁赐历日。[15]因此，从唐末五代一直到南宋初年，二百多年的时间内，西夏国内一直通行汉族历法。

西夏境内虽然主要使用宋朝历法，但据文献和考古材料证明，西夏也有自己的历法。《西夏书事》卷十八载："曩霄（元昊）称帝，自为历日行于国中"。斯坦因从黑城带走的墨书西夏文和汉文并用的日历即为西夏国创制的丁亥年(1047)日历。可知，在西夏建国初期，"夏历"就创制成功。在宋夏交战期间及南宋时期，宋对夏停止赐历，也不见辽、金政权对夏赐历，在这些时期，西夏国内"不行中国历"[16]，而主要使用本国创造的"夏历"。1971年在甘肃武威出土了西夏历书残页，残历存七至十二月，根据闰十一月和每个月朔日的干支，可以推知这是夏仁宗仁孝人庆二年的日历，[17]这正是宋停赐日历以后的"夏历"。从这残页历书的干支朔闰来看，"夏历"主要受宋历影响创制而成。在苏联科学院东方研究所列宁格勒分所收藏的西夏文献中还有五份西夏历书，登录号分别为5282、5868、6711、7385、8085，其中多为残页，书写主要是汉文，也间有西夏文。[18]由于原件未全文公布，其内容虽不可详知，但据《文海》和《蕃汉合时掌中珠》的材料反映，西夏将一年分为十二月，有四季、八节之分，十二月始于春正(与早期以十二月为岁首不同)，终于冬腊；正、二、三月为春，七、八、九月为秋；每月十日和十五日称为"节限"；一月称正月，又称"新年月"，二月称"成双月"，三、四、五、六、七月无异称，八月又称"二四月"，九月又称"四五月"，十月又称"二五月"，十一月又称"五六月"，十二月称腊月，又称"残冬月"。并有闰月之称，四季各有天官以察天时，以干支纪年。[19]西夏人除了重视冬至节外，还十分重视寒食节。[20]在西夏文献中，还有类似于汉族月令之类的书籍。[21]根据这些，我们大

致可以判断，西夏历法主要受汉族历法的影响，甚至可以说基本上是全盘接受，以致原来党项人的风俗习惯可以说在官方都不予承认。这可反映，西夏建国后，随着西夏封建化的逐步深人，党项人也就逐渐走上汉化的道路。

西夏历法除了受汉族历法影响，还受藏历的影响。从民族关系上看，古代的党项同古代吐蕃人有着十分密切的血亲关系，他们的王族似乎与鲜卑人有着千丝万缕的联系，他们的部民毫无疑问掺杂有为量不少的古羌人成份。西夏建国后，西夏境内（特别是兰州至河西一线）居住有不少的吐蕃人，因此，藏族文化在西夏具有相当高的地位，以致国家强行规定，西夏僧人必须学习藏文。[22]据藏文材料记载，在十一世纪前，木雅人中就出现了精通天文历算的天文学家，他们的先辈就是吐蕃赤松德赞时派往外地学习算学经典的青年[23]。基于这种关系，我们可以想见，具有悠久历史的藏族天文学不可能不对西夏产生影响。十二生肖纪年就是西藏早期最为广泛传播的纪年法，安多藏区唃厮啰时期仍是兔年、马年相称。[24]在西夏，不论民间、官府都使用十二生肖纪年。武威出土的西夏文帐单，其年就称为“天庆虎年”。[25]夏仁宗乾祐七年在甘州所立黑水桥碑，阳为汉文、阴为藏文。汉文纪年是岁次丙申乾祐七年，藏文纪年则称“阳火猴年”。[26]以五行配十二兽纪年，除西藏外，古代高昌残历亦是如此。而藏人往往还在五行之上加阴、阳，如藏历第一胜生第一年为“阴火兔年”，第二年为“阳土龙年”，这种纪年法在古代西藏并不很流行，[27]而在西夏的河西地区却作为官方纪年，可以看出，藏历在西夏影响是较大的。

三、西夏设置的天文机构及天象记录

西夏的天文机构建立在什么时候，我们没有十分确凿的

材料加以证明．但从某些文献记载反映，在李继迁时代西夏的天文机构似乎还没有建立起来．李继迁从太平兴国七年起兵反宋以来，一直在毛乌素沙漠中对宋展开游击战，并没有建立一个稳固的根据地．封建时代的天文机构历来都是封建国家的重要机关，李继迁时代根本还不具备创建一个封建国家的条件，因此，可以推断，李继迁时期，西夏还没有设置专门的天文机构．公元 1003 年十一月，有彗星现，“大如杯色，青色，光芒四尺余．”[28]按占星术，彗星为兵凶之象，不利于战，然而，继迁政权领导集团竟无一人识此星象，以致兵败凉州．占星术虽然荒谬，但可反映，这一时期西夏人还不具备对星象观测的知识．

到了德明时期，宋夏通和，双方停止征战，出现了和平安定的环境，西夏科学文化得以稳定发展．这一时期，西夏对宋表面称臣，实际上在暗中筹建自己的国家．德明本人精通天文，善观星象，[29]西夏国家的天文机构很可能始建于德明时期．所以，从德明时期开始，西夏就正式有了自己的天象观察记录．

元昊公开称帝建国后，开始正式设立各种政府机构．在仿效宋政府机构的基础上，元昊又有所改进，如宋中央有二十四司之设，元昊就改设十六司．[30]西夏的天文机构也是一样，既有与宋相同之处，也有不同的地方．宋在元丰以前，国家的天文机构是“司天监”，元丰以后，“罢司天监，立太史局”．[31]西夏的天文机构看来比宋复杂，从文献记载反映，西夏天文机构至少有三种：一是司天监；[32]二是大恒历院；[33]三是史卜院．[34]大恒历院又称大恒历司．司天监官品不明，大恒历司及史卜院在西夏官阶中都位列三品，掌天文历法和卜算．[35]西夏天文机构的官职人员有以下几种名称：

大恒历司正　（见《凉州感应塔碑》）

司天　　　　（见《西夏书事》）

太史　　　（见《西夏书事》）
日者　　　（见《西夏书事》）
占者　　　（见《西夏书事》）
术者　　　（见《西夏书事》）

这多种天文机构及多种天文官职人员在西夏的出现，一方面反映了西夏统治者对天文历法的重视，另一方面说明西夏天文事业决非草创而是已达到了一定的水平。

更为宝贵的是，我们从《西夏书事》中发现了许多西夏人自己记录的天象资料，其中有些天象是宋、辽、金司天机构缺漏的，有些天象则比它们记载详细或不同。元人没有给西夏单独修史，因此，西夏还没有一部自己的天文志，这些天象资料的残存，不能不说是天文学史中的一大幸事。下面将《西夏书事》中反映的天象记录全部移录表中。[36]（表内时间的年代按公历，月份按我国农历）

时	期	天象记录	备注
982年	2月	月犯井鬼，掩鬼之西南星，入于井。	宋志有，但不详
998年	5月	日有食之，食将既。	宋志同
1003年	11月	有星孛于东井，大如杯，青白色，光芒四尺余，贯五诸侯。	宋志最详
1008年	7月	太白犯舆鬼，入积尸。	较宋志详
1009年*	12月	恒星昼见，经天，卜之，不吉。	宋志无
1020年	4月	两月并出，见西南方。	与宋志异
1024年	10月	月犯井钺，钺一星附东井前。	较宋志详
1025年	5月	太白犯辰星，在东井十三度。	较宋志详
1025年*	12月	月犯东井。	与宋志同
1026年	8月	荧惑入东井，十余日始去。	较宋志详
1027年	9月	有星没东井，出于北河，没于东井。	与宋志同
1030年	9月	火星入南斗，西州谣言："火星入南斗，天了下堂走"。	宋志无
1032年	正月	荧惑犯东井，犯井东北星。	与宋志异
1032年	7月	镇星犯鬼，犯东南星，时大风扬尘拔木，德明心恶之。	宋志无
1034年	正月	填星犯舆鬼。占者云：大臣有变。	与宋志异

时期		天象记录	备注
1034年	9月	有星如太白出东井，色黄赤，有尾迹，向东没，光照地.	与宋志同
1035年	5月	太白犯填星，在舆鬼.	较宋志详
1038年	正月朔	日有食之.	宋志同
1040年	正月朔	日有食之，日西先有一珥. 杨守素曰："此吾军胜象也".	宋志无
1040年	6月	岁星犯井钺.	宋志同
1040年	7月	(岁星)又犯东井，在井十度.	较宋志详
1042年	12月	有星出弧矢，贯东井，南行没于浊，赤黄，有尾迹，光炎触地	较宋志详
1043年	9月	月入东井，星月相犯，占者云：大臣忧.	较宋志详
1048年	正月朔	月赤无光，元旦行朝贺仪，群臣相顾失色.	与宋志异
1049年	正月朔	日有食之. 群臣以幼主改元，元旦日食，天象可畏.	与宋志同
1049年	7月	月犯岁星，在东井十二度.	较宋志详
1056年	9月	有星出东井，如太白，赤黄色，向北速行，没.	与宋志同
1064年	2月	黑云贯东井，起西北方，长五丈许.	宋志无
1081年	3月	月犯东井，入于钺.	较宋志详
1081年	7月	太白昼见，经天行. 识者指为兵象.	较宋志详
1086年	闰2月	太白犯荧惑，术者谓："国有兵丧"。	与宋志同
1088年	正月	太白昼见，司天言："不利用兵"，梁乙逋不听.	宋志无
1089年	三月	月入东井，犯西扇北第二星. 群臣以国家用兵过多，请息民力.	宋志无
1094年	三月朔	日有食之. 时乾顺年幼，诸梁恣横，国中皆危之.	与宋志同
1097年	8月	彗星见，肆赦，改明年元曰永安.	与宋志同
1098年	9月	有星出东井西，如太白状. 占者曰：宫中有忧.	与宋志同
1098年*	12月	月犯东井，犯西扇北第二星. 太史奏：主兵丧，梁氏不省.	宋志无
1105年	2月	月入东井，犯距星，未几，犯水位.	与宋志异
1105年	3月	荧惑犯东井，留井距入钺.	与宋志异
1106年	正月	彗星见，出西方，其长竟天.	与宋志异
1110年	10月	太白昼见，群臣咸谓主兵丧.	与宋志同
1112年	6月朔	白虹贯日. 乾顺命群臣直言.	宋志无
1137年	3月	岁星逆行入舆鬼，犯积尸气.	与宋志同

续表

时期		天象记录	备注
1137年	4月	太白入东井，与荧惑合．	宋、金志均无
1139年	正月	太白、荧惑合于井，司天谓：不利用兵．	宋、金志均无
1144年	9月	彗星见，改元．星见坤宫，五十余日而灭．	宋、金志均无
1145年	6月朔	日食于井，仁孝下诏求直言．	较金志详
1155年	5月朔	日有食之．越日大风雨雷电震坏宫殿鸱尾．	较金志详
1156年	7月	彗星见，丙午出东井约长一丈，光芒竟尺．癸丑又犯五诸侯．	与宋志同
1173年	5月朔	日食于井，云阴不见．群臣表贺，仁孝却之．	较宋、金志详
1175年	3月朔	日食(金主改次日朝见)．	宋志无
1198年	正旦己亥朔	日食(金主改辛丑日入贺)．	宋志同
1204年	11月	白气亘天，贯东井舆鬼三次．	宋、金志均无
1205年	3月	太白昼见，日者云，主兵乱．	与宋志同
1205年	6月	天鸣有声，在西南方．已而荧惑犯太微右执法．	与宋志同
1205年	9月	黑云起西北方，间赤色如火．次及西南有白气贯其中，每至夜四更乃散．	较金志异
1209年	2月朔	太白昼见，其光经天．	与金志同
1211年	3月	有黑气起北方，广若长堤，内有三白气贯之，如龙虎状．	与金志同
1213年	3月	太阴与太白并见，相去仅尺余．	宋、金志均无
1217年	9月	月犯东井，西扇北第二星．	较金志详
1220年	3月	岁星犯舆鬼，入积尸气．	较金志异
1222年	8月	彗星见．出西方，两月而灭．	与宋志同
1223年	8月	荧惑入舆鬼，掩积尸气．	与金志同
1223年	9月朔	日有食之．食色淡，无光．兴庆城外大风拔木．	较金志详
1224年	6月	太白昼见，与日争明，德旺求直言．	较宋志异
1227年	6月	太白入东井，地大震，宫室多坏，王城夜哭．	较金志详

* 该月已部分跨入下一公历年

✦ 该月已全部进入下一公历年

四、西域天文学对西夏天文学的影响

从上表记录的天象材料中，我们可以看出，西夏天文机构采用的观天手段、记录方法以及对各种天象的称谓与汉族完全一致，从而表明，汉族天文学直接影响着西夏天文学。这从许多西夏文献中又可得到映证，如四象：青龙、朱雀、白虎、玄武；七曜：太阳(日)、太阴(月)、金星(太白)、木星(岁星)、水星(辰星)、火星、土星；[37]二十八宿，《掌中珠》有十八宿名：星、角、亢、底、房、心、尾、箕、斗、牛、女、虚、危、室、壁、奎、娄、胃等；聂历山搜集的西夏文材料中还有毕、觜、参、井、鬼、张、翼、轸、柳、昴等十宿名；[38]其他星辰还有勾陈、腾蛇、将星、华盖、遯星、扫星、天河、霹雳、寡宿、北斗、攒昴、参斜、人星、珠星、紫星、攀鞍、驿马、天星、明星等[39]。然而，我们在肯定汉族天文学对西夏天文学影响的同时，也必须看到西域天文学对西夏天文学的影响。

西夏，地处著名丝绸之路的河西通道上，这里自古以来就是东、西方文化荟萃之地，汉族文明和西域(包括中亚、印度、西藏)文明曾对这一地区产生过深刻的影响，西夏就夹在这两大文明之间。西夏又是一个极为崇佛的国家，从元昊开始，佛教一直隆盛不衰。西域天文学也通过佛经的翻译不断传入西夏：一是通过回鹘僧人的翻译，二是从藏文佛经中大量翻译过来。如黄道十二宫，就是属于西方体系的天文学知识。古代巴比伦、印度、希腊为了表示太阳在黄道上的运行位置，将黄道带等分为十二部分，称之为黄道十二宫。角宫三十度，各宫均以动物或他物命名，其作用与我国的二十八宿有异曲同工之妙。据夏鼐先生考证，黄道十二宫是随着佛经的翻译而传入我国，大约在隋代的译经中，就已出现十二宫名。[40]西夏通

俗字典《蕃汉合时掌中珠》中也有十二宫名(缺一)：摩羯([illegible])、宝瓶([illegible])、巨蟹([illegible])、人马([illegible])、天蝎([illegible])、天秤([illegible])、双女([illegible])、狮子([illegible])、金牛([illegible])、白羊([illegible])、双鱼([illegible])，缺双子一名．很明显，西夏人的黄道十二宫的知识也是从佛经中得来的，因为西夏的统治阶级上层极为崇佛，大力翻译各种文字的佛经．保存在《大方等日藏经》、《宿曜经》、《七曜攘灾诀》、《文轮经》、《玉函经》中的黄道十二宫名自然会随着译经而传入西夏．黄道十二宫名能编进西夏的通俗字典中，也就说明，这一西方的天文知识也较广泛地为西夏人所接受．敦煌莫高窟六十一窟的甬道两侧壁有一幅西夏壁画，壁画主题是炽盛光佛乘车图，车两旁和后面有九曜神象，天宫中有黄道十二宫图形，南北壁各六宫，北壁为金牛、巨蟹、室女、人马、宝瓶、双鱼六宫，南壁为双子、天秤、天蝎、摩羯、白羊、狮子(后二宫图形已剥落)六宫．图形和画法都已中国化，其中双女一宫图即两披发的蒙古利亚女子，从服装上看，不象汉人，很可能就是当时西夏人的写真．壁画下端有供养人题名，题名为汉文、西夏文对照并书．[41]这幅珍贵的壁画及前面提及的《蕃汉合时掌中珠》的记载就十分清楚地告诉我们，在西夏天文学的主要内容中，不仅有系统的中国传统天文学，而且还具备了相当程度的西方天文学知识．

在西夏天文学中，“十一曜”和“九曜”的概念也是受西域天文学影响而产生的．中国传统历书中，只有“七曜”之名，即日月五星． 隋唐以来，西域天文学对中国天文学影响极大，《唐会要》卷四十二载：“太史瞿昙罗上经纬历法九卷，诏与麟德历相参行”．瞿昙罗乃印度僧人，所上为印度历书，故知唐初中国历书中已参用印度历法．尔后瞿昙悉达又撰《开元占经》，内译载印度《九执(曜)历》，一行作《大衍历》也曾参考《九执历》．《玉海》卷五又载，中唐时，印度术士李弥乾作《都利聿

斯经》五卷，"推十一星行历，知人命贵贱"．可见，唐时汉族人中多信仰此方术．在西夏文献中也多处见到"十一曜"和"九曜"之名，即日、月、五星加罗睺、计都、紫炁(气)、月孛．《星宿魔图》中还有"十一曜"的图象．在汉族官方历书中，一般都无罗睺、计都、紫气、月孛四曜，此四曜在历学上叫做四余．明人杨慎这样解释：

> 七政：日月木火土金水谓之七政，亦曰七曜，今术家增人月孛、紫炁、罗睺、计都四余星为十一曜．计生于天尾，罗生于天首，孛生于月，炁生于闰．盖日月行道如两环，两环相交，一处曰天首，一处曰天尾，天尾为计，天首为罗；月之行，迟速有常度，迟之处即孛也；炁生于闰，二十八年十闰而炁行一周天；炁孛皆有度数，无光象，故与罗计同谓之四余．今七政历亦有四余躔度"．[43]

四余之名，虽然很早就见于文献，但官方历书直至元代都未曾著录．五代王朴作钦天历，以罗计为蚀神首尾，行之民间小历[44]．《月离历指》一书认为，中西两家，凡为正术者，对四余星皆弃之弗录，所谓十一曜星行历者，实为西国之旁门．四余见之于通俗字典《蕃汉合时掌中珠》及《星宿魔图》中，很可能也是民间通行此法，而官方还是接受传统正宗的汉历．

总之，从目前所见的西夏天文学材料反映的情况来看，内容是极为丰富的．西夏天文学过去在中国天文学史上没有一定的位置，主要原因是元人修宋辽金三史时，将西夏列人外国传而没有专修国史，因此造成了大量西夏天文资料散失而不得保存．今天，笔者将各种零散资料汇成一编，并勾勒出大致轮廓，目的在于引起中国天文学史专家们的注意．我相信，在苏联保存的数种西夏历书和其他西夏文献全部公布后，西夏天文学的研究肯定会受到重视并得到发展．西夏天文学在中国天文学史上的地位可能并不低于辽、金．

参 考 文 献

[1] 《隋书·党项传》.
[2] 《隋书·党项传》.
[3] 《旧唐书·党项传》.
[4] 《宋史·夏国传》.
[5] 恩格斯《家庭、私有制与国家起源》.
[6] 《魏书·宕昌羌传》.
[7] 《宋会要辑稿》一八六册《备边》.
[8] 《全唐文》卷七三七《夏平》.
[9] 《唐大诏令集》卷一三〇《平党项德音》.
[10] 《西夏书事》卷十二.
[11] 《西夏书事》卷九.
[12] 《宋史·夏国传》.
[13] 《西夏书事》卷十八.
[14] 《宋会要辑稿》五十三册《运历》载，元丰八年，赐夏国主新历.《苏魏公文集》卷二十七《内制》载，赐夏国主元祐五年历日.《西夏书事》卷三十四载："故事：每于上年孟冬，受中国赐历".
[15] 《皇宋十朝纲要》卷二五称绍兴三十一年停赐夏国历日，《西夏书事》卷三十四称绍兴二年停行中国历.
[16] 《西夏书事》卷三十四.
[17] 斯坦因公布的日历载于《英国博物馆季刊》二十四卷，1961年3—4号，转引自陈炳应《西夏文物研究》第七章"历书"；《甘肃武威发现的一批西夏文物》，载《考古》1974年第3期；又《西夏史稿》第四章《西夏社会风俗》第二五五页.
[18] 戈尔芭切娃、克恰诺夫《西夏文写本和刊本》，载《民族史译文集》第3集，中国社会科学院民族研究所编印.
[19] 黄振华《西夏文字典〈文海〉、〈文海杂类〉及其研究》，载《中亚学刊》第一辑，及西夏骨勒茂才《蕃汉合时掌中珠》.
[20] 《宋会要辑稿》一八六册《备边》
[21] Н. А. Невский «Тангутская письменность и ее фонды», 载《Тангутская филология》p. 74—94, 1962年，莫斯科.
[22] 克恰诺夫《西夏国内的藏族和藏文化》，载《纪念乔玛论文集》，布达佩斯汉学研究院，1978年.
[23] 催成群觉、索朗班觉编译《藏族天文历法史略》，载《西藏研究》1982年第2期.
[24] 《宋史·吐蕃传》.
[25] 《甘肃武威发现的一批西夏文物》，载《考古》1974年第3期.
[26] 王尧《西夏黑水桥碑考补》，载《中央民族学院学报》1978年第1期.
[27] 韩儒林《中国西北民族纪年杂谈》，载《元史及北方民族史研究集刊》第6

期.

[28] 《西夏书事》卷七.

[29] 《宋史·夏国传》、《西夏书事》卷九.

[30] 《宋史·夏国传》.

[31] 《宋史·职官志》.

[32] 《西夏书事》卷二十八、卷三十五.

[33] 《番汉合时掌中珠》.

[34] 《天盛年改定新律》第十章《司次行文门》，转引自白滨《西夏文献及其史料价值》，载《中国史研究动态》1981年第7期.

[35] 黄振华《西夏文字典〈文海〉、〈文海杂类〉及其研究》，载《中亚学刊》第一辑.

[36] 这些西夏天象记录虽出于清人吴广成的书中，当应有所本. 吴广成编修《西夏书事》一书时，参阅了许多今天已散失的书，如《西夏须知》、《夏国枢要》、《西行记》等，从《西夏书事》中保存的今天已不见载的史料来看，吴广成手头可能有西夏人自己编修的《国史》、《实录》之类. 因明清以来还屡有记载. 曾见西夏《实录》及《国史》之人(明焦士举《见知编》、钱谦益《牧斋有学集》、戴锡章《西夏纪》)，故吴广成有可能得见此书. 《西夏书事》中的天文记录从宋、辽、金三史天文志找不到，可见吴广成另有所本. 当然，其中有数条可能抄自《宋史》、《金史》之《天文志》，为保持完整，一并收录.

[37] 《番汉合时掌中珠》.

[38] H. A. Невский «культ небесных светил в тангутском государстве XII века». 载 «тангутская филология», p. 52—73. 1962年，莫斯科.

[39] 参阅《番汉合时掌中珠》、史金波等《文海研究》及 H. A. Невский «культ небесных светил в тагутском государстве XII века»。其中有些星宿名如豕宿、逐星、珠星等目前还未见文献记载.

[40] 夏鼐《从宣化辽墓的星图论二十八宿和黄道十二宫》，载《考古学报》1976年第2期.

[41] 谢稚柳《敦煌艺术叙录》第一三三页. 图见《考古学报》1976年第2期图版二、三.

[42] H. A. Невский «культ небесных светил в тагутском государстве XII века», 载«тагутская Филология» p. 52—73. 1962年，莫斯科.

[43] 杨慎《丹铅续录》卷八《七政》，载《宝颜堂秘籍本》广集第六.

[44] 《月离历指》，转引自陈遵妫《中国天文学史》第二册第八章《佛典中的星象》.

明朝的纬度测量

钮仲勋

明朝末年，在著名科学家徐光启的建议下，进行了一次纬度测量，并由地图约略推算了两京十三布政使司的经纬度。这次测量的规模很小，远不能与唐代一行(张遂)、元代郭守敬所主持的纬度测量以及清朝康熙、乾隆年间的两次经纬度测量相比拟。但它是在西方经纬度的概念和测量方法传入我国后，我国利用西方技术力量所进行的第一次纬度测量，通过此次测量实践使我国原有的经纬度概念进一步明确、系统起来。因此，探讨这次测量的经过及其意义，对于研究中国科技史是有益的。

一、

天文大地测量在我国有着悠久的历史。早在公元724年(唐开元12年)，著名的天文学家一行就主持了第一次子午线长度的实测，比外国最早的子午线实测——公元814年阿拉伯天文学家阿尔·花剌子模(*Al Khwarism*)等人在幼发拉底河的新査尔平原和苦法平原进行的子午线的实地测量要早90年[1]。1279年(元至元十六年)，郭守敬又主持了我国天文大地测量史上有名的“四海测验”，在南北长约11000里，东西宽约6000里的广阔地带上，建立了27个观测站，进行纬度测量[2]。通过这两次测量，我国天文学家对纬度(古代称之为北极高)的概念有了比较明确的认识。对于经度，元初耶律楚材虽提出了“里差”这一朴素的经度概念，苏天爵并在此基础上

进一步提出地方时的概念[3]，但认识总不及纬度那样清楚。

早在1267年(至元四年)，通过天文学家扎马鲁丁制作西域仪象，已将西方绘有经纬网格的地球仪传入我国[4]。但仅此一件地球仪，而无经纬度概念及测量方法，其影响是很小的。其后12年，郭守敬主持“四海测验”时，只测纬度，不测经度，便是明证。1580年(明万历八年)，耶稣会教士、意大利人利玛窦(*Matteo Ricci*)东来我国。他来中国以前，对经纬度测量已发生兴趣，所以在来华航行的途中已进行过一些测量。来华后又在北京、南京、大同、广州、杭州、西安、太原、济南等地进行经纬度测量，并将测得的度数公开发表。1584年(万历十二年)，他在广东肇庆画世界地图，以后又经过多次增订，于1602年(万历三十年)刻成《坤舆万国全图》，在我国流传[5]。该图是一种绘有经纬线的世界地图。上述两者，对西方经纬度的概念和测量方法在我国的传播起了先导作用。

徐光启在同利玛窦的交往中，接受了西方经纬度的概念和测量方法，并将其与我国古代对纬度的认识和测量联系起来，这在他的一些著作中有所反映，如《题万国二圜图序》一开始便说：“西泰子(即利玛窦)之言天地圜体也，犹二五之为十也”。亦即肯定了天地都是球形的。可如何证明大地是球形？他在该序文的“正论”中说：“古法北极出地三十六度，此自中州言耳。唐人云南北相去每三百五十一里八十步而差一度，宋人云自交南至于岳台六千里而差十五度，此定说也”。其所以产生这样的差度，正由于大地是球形的。否则，如果大地是平面的，“即南北相去百亿万里，其北极出地之度宜恒为三十六，不能差毫末也”[6]。徐光启在这里肯定了大地是球形的，同时，也说明了他对纬度的认识。尔后，他在《礼部为奉旨修改历法开列事宜乞裁疏》中说：“今二陪臣(按指庞迪我、熊三

拔)虽故，尚有同事龙华民、邓若翰(按指邓玉函)[1]偕其徒侣[在],……[请]令与钦命诸臣对译其书. 依其成法，测验推步. ……古历止有天之经度,至回回历乃有天之纬度,……唐以来始知有地之纬度. ……若地之经度，惟利玛窦诸陪臣始言之,亦惟彼能测验施用之. 故交食时刻，非用此度，则不能必合".在《月食起复方位具图呈览疏》中又说:"上天下地各有经度纬度,测天则经度易,纬度难;测地则经度难，纬度易"[7]. 说明他对经纬度及其测量都有一定的认识. 在上述认识的基础上，为了修订历法的需要，徐光启遂于1629年(明崇祯二年)建议进行纬度测量及经纬度推算.

二、

由于当时陕甘一带的农民起义风起云涌，清兵又不断进人长城大肆骚扰,在这种形势下，这次测量的规模很小，仅实测了北京、南京、南昌、广州四处的纬度,并用地图约略推算了山东、山西、陕西、河南、浙江、湖广、四川、福建、广西、云南、贵州等11布政使司所在地的纬度,还"据《广舆图》计里之方"约略推算了上述15处的经度[8]. 兹据《明史·天文志》记载，将其测算的经纬度的度数列于表1.

《广舆图》是明嘉靖时罗洪先据元代朱思本的《舆地图》增改而成,该图沿用我国古代传统的"计里画方"的制图方法,故可据以约略推算经度. 至于推算纬度所用之地图，虽未载图名,但也肯定是属于《广舆图》系统的.明末清初有不少地图均

---

[1] 庞迪我 (*Lidaco de Pantoja*),西班牙人，1599年来华; 熊三拔 (*Sabbathino de Ursis*),意大利人,1606年来华;龙华民 (*Niccolo Longobardi*),意大利人，1597年来华; 邓玉函 (*Jean Terreuz*)，瑞士人，1621年来华,上述诸人均为耶稣会教士.

表 1　明代测算经纬度的度数

地点	纬度	经度(以北京为中经线)
北京	40°	0°
南京	32°30′	1° 偏东
济南	37°	1°15′ 偏东
太原	38°	6° 偏西
西安	36°	8°30′ 偏西
开封	35°	3°45′ 偏西
杭州	30°	3° 偏东
南昌	29°	2°30′ 偏西
武昌	31°	3°45′ 偏西
成都	29°	13° 偏西
广州	23°	5° 偏西
福州	26°	1° 偏东
桂林	25°	8°30′ 偏西
昆明	22°*	17° 偏西
贵阳	24°	9°30′ 偏西

* 《明会要》卷 28 "运历"下"测影"认为云南有误.

受《广舆图》的影响，沿袭其"计里画方"的绘法. 此图既据以推算纬度，显然是采用"计里画方"的地图，否则无法据以推算。虽然我国古代传统的"计里画方"地图到了后来可能已经转化为一种编图时 "方格转绘"的依据，并在客观上起到了"方格投影"的效果[9]，但它同经纬度地图毕竟是两种截然不同的制图系统，因此，明末利用《广舆图》及另一地图所推算之经纬度，显然不好同现代的经纬度值相比较. 就以实测的四处来说，因当时的测点在该城市中的具体位置难于查考，与现代的测点并非同一位置，因此，在以明末观测值和现代纬度值作比较时，应把这一影响差值的因素包括在内. 下面我们就以实测的四处明末观测值和现代纬度值来进行比较，当然这一比较也只能看出其大致情况.

从表 2 大致可以看出差值最小的是北京，为 5′；最大的

表 2　明末观测纬度值与现代纬度值比较

地点	明末观测值	现代纬度值	差值
北京	40°	39°55′	+05′
南京	32°30′	32°03′	+27′
南昌	29°	28°41′	+19′
广州	23°	23°06′	−06′

是南京，为27′；四个点差值的绝对平均为14′15″. 近人计算元代"四海测验"中20多个观测站"北极出地"(即纬度)和现代纬度的差值，其绝对平均为30′，其中大都(今北京)的差值为20′. 通过上述的这些数值，可以大致看出，明代观测的误差比元代为小.

误差减少的原因，可能与当时测量方法的改进有关. 罗雅谷撰、汤若望[1]订《西洋新法历书》"日躔历指"篇"定北极出地度分"记载："用象限仪，取北极附近一星极高、极低之数，平分之，为北极出地度分. 如用勾陈大星，西历为小熊尾第一，冬至日酉时测得极低之十七度强，卯时测之，得四十三度强，其差六度，半之，三度，与三十七并得四十度强[2]，是顺天府北极出地之数". 同上书又记载："古法用表景或仪器测冬、夏至两日轨高之差，折半，以减夏至高，得赤道高，以减象限，即北极高也，然人目不在地心，在地面，故得数未确. ……且用表，即景末难定，又有日轮半径之差，清蒙之差，致差之道多端，岂容略率推步，遽定高下之数哉！"从上述两段记载来看，明末测量纬度用的是西方的方法，而不是用中国传统的日影测量法. 由于使用了新的方法，再加上引入了对周日视差(当时称为地半径差)的校正和蒙气差的校正，有助于精度的提高[10]；

1) 罗雅谷 (*Jacobus Rho*)，意大利人，1624年来华；汤若望 (*Johann Adam Schall Von Bell*)，德国人，1622年来华，二人均为耶稣会教士.

2) 此值若加上蒙气差改正，则应约等于四十度.

从而减少了误差。

这次测量为什么不测经度，这与当时测量经度比较困难有关。《明史·天文志》"东西偏度"条引汤若望的话说："故欲定东西偏度，必须两地同测一月食"。这种方法一般称为月食经度法，即在不同地点观察月食的差时来推算经度，这种观测一是要等待月食，二是夜间施测不便，所以，徐光启说："测地则经度难，纬度易"。后来在清初实测经纬度时，亦由于测量经度须利用月食等观察比较困难，故多利用三角测量并在此基础上予以推定[11]。1630年(崇祯三年)至1633年(崇祯六年)，徐光启曾五次预报推算月食，四次进行观测，可惜的是徐光启于1633年即去世[12]，否则，他迟早会把观测月食和测定经度联系起来。

徐光启对这次测量并不满足，他在1631年(崇祯四年)上疏预告推算月食时仍附陈四事，其三指出，测日食月食，自古至今，由粗入精。认为以后"四海测验"，更须按地区"详求经纬之法"[13]。同年上疏预报推算日食时更举四说，其二为"可以求里差之真率"。因交食时间以地之经度不同而稍有先后，"必从交食对测验数次"，便可证实本地经度真率，从而求得里差[14]。可见他对经纬度测量是有更进一步的设想，只是由于当时的形势，无法实现。

这次测量在度量上采用欧洲通行的360度制和60进位制[15]，在推算经度方面是以通过北京的经线为中经线，这在以后清朝康熙、乾隆的两次测量时仍然沿用[16]，这两件事对于经纬度测量的历史来说，都是很有意义的。

结　　语

综上所述，可以对明朝的纬度测量提出如下的看法：

我国古代经纬度测量的发展，大致可以分为两个阶段，前一阶段走着自己发展的道路，而后一阶段则在西方的影响下继续发展．明末的纬度测量是后一阶段发展过程中的第一次测量实践，其规模虽小，但却标志着我国古代经纬度测量的发展史从此进入一个新的阶段．明末的这次测量，虽未实测经度，但却用《广舆图》进行推算．这反映对经度认识已经明确．通过测量与推算，对整个经纬度概念也进一步明确、系统起来．我国唐代、元代的纬度测量与地图是没有联系的，这次测量虽与制图仍然没有直接联系，但却用《广舆图》等地图来略约推算经纬度，这反映两者之间已开始有些联系，这在我国古代测绘史上仍是一件值得注意的事．这次测量在方法上较前有所改进，采用了西方的方法，并引入对周日视差和蒙气差的校正，使观测的精度有所提高．这次测量虽是在西方经纬度的概念和测量方法的影响下，利用西方技术力量进行的，但徐光启一方面积极学习和引进西方先进技术，一方面却又将这次测量同唐代、元代的纬度测量联系起来，而且对今后计划中的经纬度测量仍沿用"四海测验"传统名称．徐光启既学习和引进外国的先进技术，又继承我国过去的科技成就，这种治学态度，不仅在当时是难能可贵的，就是对现在来说，也不无借鉴之处．

参 考 文 献

[1] 中国科学院陕西天文台天文史整理研究小组：《天文学报》，17卷(1976年)2期，209—216页．

[2] 厉国青等：《天文学报》，18卷(1977年)1期，129—177页．

[3] 厉国青等：《科技史文集》，6卷(1980年)，7—9页．

[4] 宋濂：《元史》，卷48，天文志1，中华书局1976年4月版，999页．

[5] 洪煨莲：《禹贡》5卷(1936年)3、4合期，1—50页．陈观胜，禹贡，5卷(1936年)3、4合期，51—72页．

[6] 王重民编：《徐光启集》，中华书局1963年12月版，卷2，63页．王重

民：《徐光启》，上海人民出版社 1981 年 10 月版，55 页。
[7] 王重民编：《徐光启集》，中华书局 1963 年 12 月版，卷 7，330 页、365 页。
[8] 张廷玉：《明史》，卷 25，天文志 1，中华书局 1974 年 4 月版，362--365 页。
[9] 高儁，测绘学报，6 卷(1963 年) 2 期，120—135 页。
[10] 王重民：《徐光启》，上海人民出版社 1981 年 10 月版，134—135 页。
[11] 王庸：《中国地图史纲》，三联书店 1958 年 5 月版，92 页。
[12] 梁家勉：《徐光启年谱》，上海古籍出版社 1981 年 4 月版，169—208 页。
[13] 梁家勉：《徐光启年谱》，上海古籍出版社 1981 年 4 月版，183 页
[14] 梁家勉：《徐光启年谱》，上海古籍出版社 1981 年 4 月版，187 页。
[15] 王重民：《徐光启》上海人民出版社 1981 年 10 月版，136 页。
[16] 王庸：《中国地图史纲》，三联书店 1958 年 5 月版，93 页。

浑天说的地形观

王立兴

前言

浑天家计算天地尺寸，每用《周髀》中保存的两条古传假设，因此似有必要先谈有关这一方面的史料.

1. 平天说

我们仰看天穹，似乎头顶上的天顶最高，而愈远处的天似乎愈低，"视天若覆盆之状."换站另一地点时，仍然是头顶上的天最高. 因而古人有一种思想认为天高是到处不变的，地是平坦的、广阔的. 既然天高到处一样，所以天也是平坦的、广阔的. 天与地互相平行. 王充说："人望不过十里，天地合矣. 远！非合也."这个观点叫"平天说"，认为"天平正，与地无异."代表人如王充[1].

平天说文献不足，现已难查考其全部内容. 徐整《三五历记》说盘古生在浑沌之中，一万八千岁. 天地开辟后，盘古在天地间，又一万八千岁. 每日天加高一丈，地加厚一丈，盘古加长一丈. 在三万六千岁之末，天极高，地极厚，盘古极长大. 所以天去地九万里.（按岁实 $365\frac{1}{4}$ 日乘三万六千岁，除以每里 150 丈，得 87160 里，约合九万里）. 这神话也许透露了平天说的一些情况. 王充则引"秘传或言：天之离天下，六万余里."[2]

《周髀》中保存有陈子讲的计算"盖图"上各种圆圈的直

径，及天离地的高度的过程。其天高为8万里，到处一样高。其所谈的盖图，按陈子算法看，实为“天地都是平板”的平天说仪器。并非“天如倚盖，地法覆槃”的盖图。

陈子计算的基本依据是：(1)在阳城立八尺表杆，夏至日正午，量得影长一尺六寸；表杆移到阳城之北千里，则影长一尺七寸；移到阳城之南千里，则影长一尺五寸。得出“地南北差千里，影差一寸”的比值。再用勾股法计算。对于小勾股，影长与表高之比为15寸比80寸，相对大勾股，则为一万五千里比八万里，亦即太阳在地面以上八万里，即“天高”里数，而从太阳的“日下”点到表为一万五千里。(2)太阳光照的半径是十六万七千里。

陈子按上述两条假设，并未考虑地面“中高旁低”的曲面形状，就算出了“盖图”上各项尺寸。因此，陈子计算结果只适用于平天说的“平图”。

所算得的各值中，对下文有关系的是“七衡六间”中的“中衡”直径35万7千里，其周长合107万1千里，合每度弧长2932里。王充的平天最外周边，一昼夜行73万里。合每度2000里[3]。此天板的直径合23万余里，与盖图上内衡直径相近。张衡的浑天也差不多同此值。

浑天说的天球壳“浑图”的中腰(即赤道圈)，相当于“盖图”上的中衡圈，于是也采用了35万7000里，作为浑天球壳的直径。并出现了另一条假设：(3)南北地差2932里，两地所见北极出地高度就相差一度，即天顶“去极度”差一度。由此又引申出一个假设：(4)地面上所见“极高”差一度的地面南北距离，就是天球壳上一度弧长。量地就可以测天。

这第(4)条假设，也只对于“平天说”的天和地才是可通的。如用在天地都凸起的盖天说上，就要求天地间隙小，同时曲率半径极大，从而在小范围内，得到近似的平天平地才行。

如用在浑天说上，就要求天地是同心球，间隙也要极小，在小范围内，得到近似的平天平地才行.

据此而论，陈子的盖图尺寸，实际是按平天说的“平图”计算的.

对于“千里一寸”的假设，经元嘉十九年、天监七年、开元十二年、至元十七年等多次测验，都发现“千里”太大了．“2932 里一度”的假设，经开元十二年四海测验，发现只有“351 里一度”．这两种假设都不能用.

《开元占经》引石申说：“日光旁照十六万二千里，(光照圈)径三十二万四千里.”此数与陈子所用数据，基本一致．可见石申的算法与陈子相似．近人认为“陈子荣方问答”是很晚的作品，混进了《周髀》．但笔者认为陈子所述是自石申(或更早)时期起，古天算家公认并通用直到后世的“祖传算法”．当出自平天说，非陈子所创．陈子讲课的记录，虽文字时期很晚，幸而收进《周髀》，得以保存至今，使我们能够略窥古人平天说的一鳞半爪.

有趣的是，历代浑盖两家尽管互相批评，但算天地尺寸时，却都用上述算法．很可能是平天说比这两家更早并为两家之共祖．浑天家中绝无一人(到朱载堉为止，即地心说来华之前为止)敢于全面否定上述假设．连做过四海测验的人，也只是对“千里”和“2932 里”的数字太大表示无可如何而已．历代浑天家对上述假设，毋敢或违．直到朱载堉(郑世子)的主要秘书，在表文中还用“2932 里一度.”此文稿肯定是同朱氏商量过的． 请看《郑府长史谢廷训奉敕请进万年历副本表》：“……然在天一度，应地二千九百三十二里，其在分秒，又可推也．…….”一千多年之间，历法史上出现过不少人革新历法．但对待这些祖传假设，却相当谨慎．极少有人敢于重算、修订数字，要求重测里数的只有刘焯，可见这些祖训来

源之古老。

由于陈子用上述假设计算了盖图尺寸，近人批判这些不合实际的假设，连带也批判了盖天说。似乎浑天说与这些错误假设一无牵连。其实浑天说的人，用这些假设来计算天地尺寸的实例更多。在唐代以前几乎是常见的算法。盖天说不能独家承受后人对“千里一寸”等谬论的指责，浑天说也是“惯犯”。

2. 浑天说

在开阔平坦的原野中，人们所见的天，像个极大的半球壳，而所见的地，像个极大的平板。天地交接处的界线，仿佛是以观察者为圆心的极大的圆圈。人类也早就注意到天常转动，地常静止，天上清澈虚廓，地下水火土石。使古人得到“天圆地平”，“天动地静”，“天轻清地重浊”等印象。所以古人把天叫做“泰清”，地叫做“泰宁”，地也叫做“浊”。

由于战争、商旅，古人的地理知识丰富起来，感到大地和苍天都非常广阔。天圆如球，故会转动。地面既圆又平，象个车轮，为何不会转呢？地如圆板，大概是假象，而实际是生了四只角的方板吧？“愿得双车轮，一夜生四角。”就是古人不忍离别，希望车子走不成的痴想。虽然地面太广阔，古人无法勘察大地周边是圆是方，但从地不转动来看，猜想地是方板，也无不可。于是“天圆地平”成了“天圆地方”。《易经》认为地是平直的，四方的，广大的。坤为地，《坤卦》就说“直，方，大。”又认为天是转动的，圆的，《说卦》就说“天行健”，“乾为天，为圜。”《周髀》说“天圆地方”。曾子认为如果“天圆而地方，则是四角之不揜也”。今人据此认为曾子主张“地圆”了。其实曾子熟悉《周髀》中商高所传古算器，或测量仪器“矩”的各种不同用法。曾子教门人处世之方，应了解对方的忌讳，不可犯忌，不同对象要区别对待，叫做“絜矩之道”。可见曾子知道

《周髀》，也许曾子主张的是连天圆一起反对的"平天说"，或"宣夜说"呢。

一、浑天说各种仪器中的地平面在天球壳中的位置

自汉代起直到明代，历代王朝包括私人(如朱熹等)造过的浑天说仪器，见于记载的约计有20台以上(包括木模小样，铜铁成品)。设计制造者至少在三十人以上。这些按照"球形天壳包裹着大地"的模式来设计制造的各种仪器，全都假设地体的上表面(顶面)的正中心"地中"，恰好在天球壳的球心上，这就是从古到今(皇甫仲和为止)三十多名造过仪器的浑天家的地形观的共同特点，即地体只在下半个天球壳之内。

例如，从天壳外面看星图的"木浑图"，不能透视到木球内部看到地平面，古人把浑图的半个球体，纳入正方木柜顶面圆孔之中。木柜顶板表面象征着被包在天壳内的、"地中"点所在的那个四方平面，也就是天球心所在的平面。露在方柜顶板之外的半个木球，代表人目在"地中"所见的上半个天球壳。历代造的浑图，无不如此。

再如测量天度用的浑仪，是由若干同心规环组合而成的仪器。因其中央空间，已有窥管等部件占用，只好在最外围加设"地平方位"规环。以此环的上表面作为仪器中心的地平面，并以此上表面的圆心(相当于"地中")作为其他球面座标规环的共同中心，亦即天球球心。因此，浑天说的各种仪器中的地平面，把天球壳平分成相等的上下两半。

但是一千多年间也有过极少数几个人，在研究《列子》"小儿辩日远近大小"的故事后，经过实地观察，认为地平面就是低于天球壳的球心。地上天多，地下天少。他们是桓谭、关子

阳、赵友钦、朱载堉等人。赵友钦还按地中低于天球心设计过一些仪器．大概未造过．历代反驳他们意见的，除有平天说的王充外，还有浑天说的张衡、束晳、姜岌、祖暅等人，甚至还有唐太宗，都提出过合于科学的有力反证．

综上所述，浑天家有三十多人造过仪器，认为天球壳球心以上是没有地体的，而且地面是平坦的．即使主张地平面低于天球心的几个人，也认为地面是平坦的．

二、浑天家心目中的地形

笔者所能查到的历代浑天家的地形观，竟然没有一个是完整的蛋黄型，都是半个蛋黄，切面在上，藏在浑圆的天球壳里，下文顺序列举：

1.《尚书考灵曜》和郑玄的说法

这部书纬说天如弹丸，一度合 2932 里．又说天、地、太阳在“四表”之中不停地“四游”，周期一年．据郑玄注及孔颖达疏，可知为了解释太阳的赤纬变化，太阳往来赤道南北的周年视运动，古人把这运动‘平分’给地体和太阳．说是地有四游，太阳也有四游，方向相反，但行程都是各方面一万五千里．至于二十八宿所在的天球壳则随地体一齐四游，始终保持地中与天球心重叠一致，所以人目所见总是正好半个天球壳．太阳则在天球壳之外、“四表”球壳之内，不停地四游．封包着二十八宿天球壳四游旅程极限的更大的外壳，笔者暂且叫它“四表”球壳．其半径大于天球半径一万五千里，不能再小了．且不说旁行四游，只说上下四游，地上表面正中点“地中”(连同天球心一齐)夏至时下降到“四表球”心以下一万五千里，同时太阳上升一万五千里，达到太阳最高位置．到了冬至，地中(连同天球心一齐)上升到“四表球”心以上一万五千里，同时

太阳下降一万五千里，达到太阳最低位置。这“四表球”心，《考灵曜》叫做“天中”。夏至时与地的上表面地中平齐，冬至时则与地的最下底面中心点平齐。即地厚为三万里，孔颖达又说“但浑天之体，虽绕于地，地则中央平正。”其他地形尺寸未说。

2. 张衡的说法

他用了与陈子同样算法。“用重差勾股，悬天之景，薄地之义，皆移千里而差一寸，得之。”计算结果是：“八极之维，径二亿三万二千三百里。南北则短减千里，东西则增广千里。自地至天，半于八极，则地之深亦如之。通而度之，则是浑已。”说的是地的表面为八角形，但非正八角形，按十万为亿，角尖对角尖长23万2300里。参看图1和图2。“地中”之下，厚度为116150里，天高即天球半径也是此值。从地的八个角尖引下到地底，是直线还是弧线，未说。如直线，地体就是倒置八楞锥，有九个点与天壳相触；如弧线，地体就如倒置八瓣瓜皮帽形，有八条弧线与天壳相接触。

地体的上平面呈八角形，是从四角形演进的。《周礼》说：

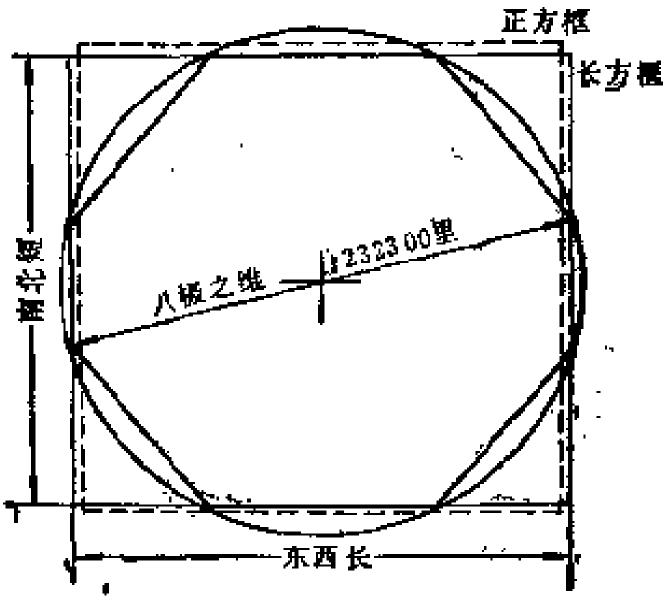


图1. 张衡说，地顶面八角形。

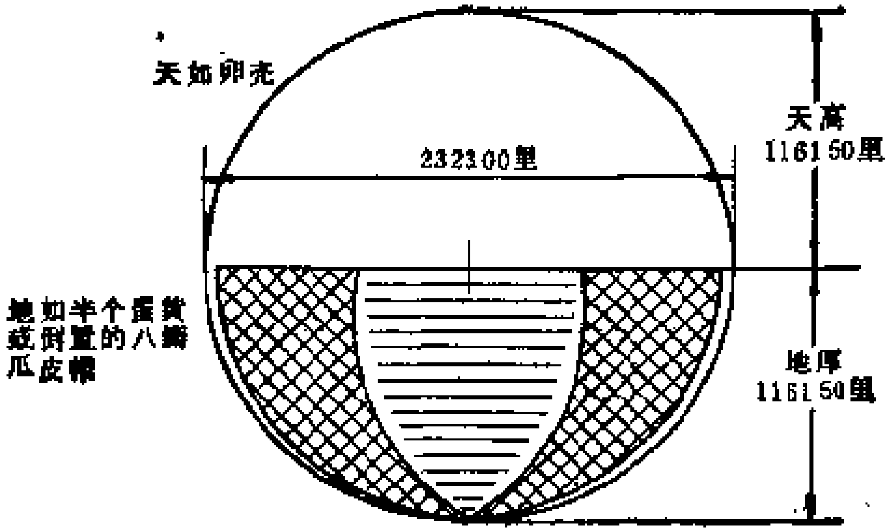


图 2. 张衡说,地侧面.

"用苍璧礼天,用黄琮礼地."圆璧象天,天苍色. 八角琮象地,地黄色. 唐朝在总章二年三月曾颁祭天用的"明堂"建筑方案,让臣下提意见.(见《旧唐书·礼仪志》)其中明堂屋顶采用圆形,象天;屋基采用八角形,象地. 足见地平面八角形,是古代长期奉行的说法.

浑天家葛洪,引《张衡浑天仪注》说:"天如鸡子,地如中黄,孤居天内. 天大而地小. 天表里有水,天地各乘气而立,载水而行."周天 $365\frac{1}{4}$ 度."又中分之,则半覆地上,半绕地下."又说日月星辰,都随天出入地平,说明地中(即地的上表面)平分了天球壳. 张衡和葛洪的地形观,是半个蛋黄. 后世有人断章取义,引文到"地如中黄"为止,说张衡的地形浑圆如蛋黄,强加于张衡和葛洪. 张衡说的地形,最多也不过象半个蛋黄,而且平坦的切面在上.

张衡在《灵宪》中说"悬象著明,莫大于日月,其径当天周736分之一,地广242分之一."这说明日月之径都是半度. 不论以天周为准,还是以地径为准,皆然. 同时,地广为周天 $\frac{1}{\pi}$,即地的上表面,已填满了天球壳的中腰切面. 与文中所

说天地尺寸是一致的．后世有某人(见下文，其时代和姓名已佚．)却断章取义，误认为张衡说"日月径"为天周736分之一，"地径"为天周的242分之一，得出地径合天度$1\frac{1}{2}$度的谬论．这也是强加于张衡的．朱载堉(和清代徐发)对此$1\frac{1}{2}$度的地径加以否定．虽然此'佚名'公已创地圆说，但他也就不再是主张"地象半个蛋黄"的张衡信徒了．

3. 陆绩的说法

张衡地平面是长方八角形，即地平圆圈与长方框重叠产生的八个交点形成的八角形． 八个角尖都与天壳中腰接触．陆绩误解了，以为"东西径加千里，南北径减千里．"是天壳横断面子午轴短，而卯酉轴长，所以横断面不是正圆，成为"鸟卵"．他又据《考灵曜》所载天球壳上一度为"2932里71步2尺7寸$4\frac{362}{487}$分．"反推天球壳直径为35万7000里．即盖图的中衡直径．(此值王蕃认为陆绩所用π值不精密，改订为33万9401里122步3尺2寸$1\frac{9}{71}$分．)陆绩对地形无新解，只是把张衡的天球直径换成盖图中衡直径而已．[4]估计他的地形与张衡地形说法相似．

4. 王蕃说法

王蕃在《立论考度》中说"前儒旧说，天地之体，形如鸟卵，天包地外，犹壳之裹黄也．周旋无端，其形浑浑然，曰浑天也．"他采用陈子天球半径，8万1394里30步5尺3寸6分为弦，改用二分影长和冬至影长，按千里一寸为底边．算得这两日的太阳高远里数．他是以地面平正为前提的．(参看《晋志》)而且得出天球每度弧长为1406里124步多，敢于对古传"一度合2932里"的说法提出了异议．他说"天如弹丸"，"半露地上，半在地下．"又说太阳昼行地上，夜行地下，其他情况

未说。估计王蕃的地形，上表面平坦，也同张衡的相似。

5. 一行地形观

开元四海测验结果[6]，得两地南北差351里80步所见"极高"差一度。按前述算式，天球壳直径只有5万里左右。一行感到奇怪，宇宙岂能如此之小呢？因此说"测验"目的不在于求算"辰次(天壳)之周径"，"历算"目的也不在于分辨"浑盖(两家)之是非"。感慨一番后，不了了之。但就是没有人敢推翻所用算式。也没有人想到地形是个球体。近来有人说"一行本人已接受了托勒密的地心说，他的历算知识也是从外国人学来的"。如果此说可靠，一行应可据开元测验结果算出地球直径。但一行并无一字说到地是球形，只对所算天球壳太小叹息而已。自一行以后，浑天家们觉得用"道里数"表达天地尺寸易生困难，还是改用"度数"表达大小为好。从一行、梁令瓒造的浑仪的结构看，地平面在天球之半腰，就可证明一行的地形绝不是浑圆。

6. 邵雍说法

邵雍是个恪遵浑天说的人。《皇极经世绪言·观物内篇》中，主张天圆地方。"地东南下，西北高，是以东南多水，西北

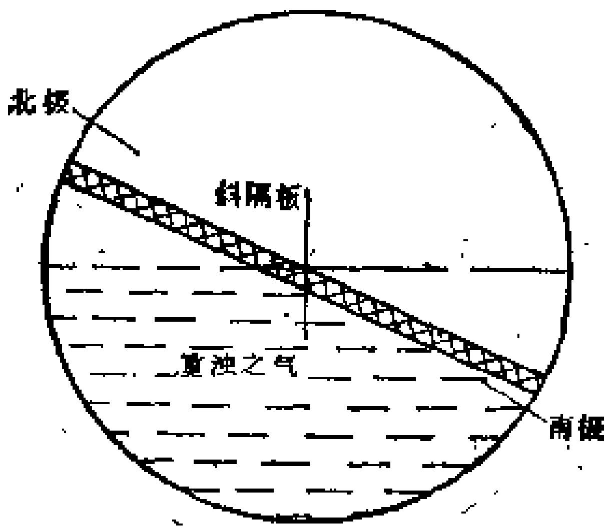


图3. 邵雍说。

多山也．天覆地，地载天，天地相涵，故天上有地(指下半个天壳之上，有地体)，地上有天(指地平面以上，有上半个天壳)．”注引《张氏衍义》曰：“天圆如毬，地斜隔其中．”邵氏认为太阳不是在地下“水中”行，只是在地下“重浊之气”中行．水在下，也是“重浊之气”．所以水也算地体，填满了下半个天壳，可见邵雍的地形观与张衡的相似，也是半个蛋黄．虽地平面斜放着，但地体绝非浑圆，见图3．

邵雍反对盖天说，因此说“天圆而地方，天南高而北下，是以望之如倚盖焉”，而不象盖天说主张的“极下”最高．阳城“地中”在斜坡上，斜坡是因为地是斜的平板，西北高之故．半个蛋黄的切面是斜的．在《观物外篇》中又说：“倚盖之说，昆仑四垂而为海，推之理则不然．夫地直方而静，岂得如圆动之天乎？”反对盖天说的地圆主张．

从上可知，宋代浑天家自夸“地平，并占满下半个天”是自己学说的重要特点，远胜过盖天说“极下”隆起为“地中”的地圆观，足见北宋浑天家的地形观只是半个蛋黄．

7．朱熹的说法

南宋造的各种浑仪浑象，同往古和北宋的仪器一样，也是天大地小，地在天中，天圆地方，地中以上无地．朱熹谈过，天是圆的硬壳，地是平的，包在天中．又说过：“水在天内，天外无水．”他还讲过一种假天，用小梯从假天壳的南极“甕口”，进入假天壳内，“以为地平，使可仰窥，而不失浑体．”但地形及其尺寸未说．他佩服邵雍，可认为他的地形观也是半个蛋黄，切面向上，而绝非浑圆[7]．

8．宋代李如篪说法

《东园丛说》认为地居天壳之中，“其形如饼”．他觉得邵雍的斜地，于心不安，就加个“微”字，说地是“北微高，而南微

下”，地厚为 $8\frac{641}{800}$ 度．又认为斜饼之下，应有“根茎”，斜插到天球壳南极处，与天相连，质地为“亦虚亦实”的材料，不妨碍天旋．这“根茎”想法与朱熹假天南瓮口的小梯相似．地饼的方圆宽广尺寸未说．如是圆饼而且有根茎，则地如微斜平顶的蘑菇．见图 4．

9．李治的说法

《敬斋古今黈》认为天壳正圆，“地未必正方，令地正方，则天之四游之处，定相窒碍．”他认为“地体大率虽方，而其实周匝（当指地顶面的周边，及地下部分，因上半个天壳不触地）亦当浑圆如天，但差小耳．”他不曾读全“四游”的郑注，不知道‘地’带同‘天壳’一起四游，全然不会窒碍的．按他的误解，地只在天球壳内四游，天壳不动，则地体是半径小于天球半径一万五千里的蛋黄的下半个，也不是浑圆．

10．元代史伯璇的说法

《论天地之形》说王蕃天径太小，应按胡安定（即胡瑗，胡翼之）所说，人一息，天壳行 80 里．人一昼夜共有 13,600 息，天壳行 1,088,000 里．即天周里数与《书纬》天周 107 万余里相近才合理．他还认为“地形之广，约作十万里，海水亦作地

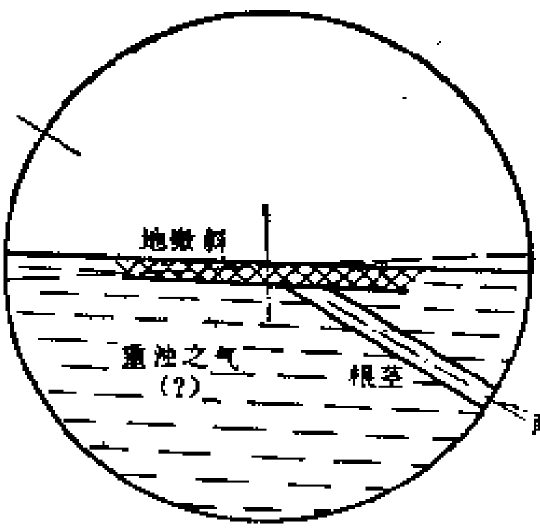


图 4．李如箎说．

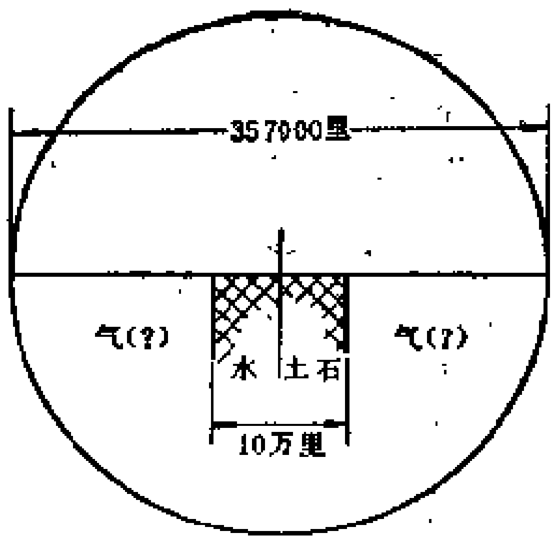


图 5．史伯璇说．

算."地形未说．水既在十万里之内，则"水外，天内"所填的，就是半壳"重浊之气"了．故可认为与王蕃的地形相似，只是尺寸小些．大概也是张衡的半个蛋黄，见图5.

11.赵友钦的说法

四库全书馆臣们信奉"钦定"的西来地心说，他们在校订元代《革象新书》时，凡是赵友钦引述"浑天说"，"盖天说"中有不符古人原意处，都加按语，指出其错误．如赵氏认为地平面低于天球心，就指出其说不同浑天．他们对书中"天道左旋"一节中赵友钦的结论：

"如是则知：地在天内．天如鸡子，地如中黄．然鸡子形不正圆，古人非以天形相肖而比之，但喻天包地外而已."

和"星分棊布"一节中赵友钦的结论：

"由是观之；

所谓天如弹丸者，得其圆象之似；

所谓天如倚盖者，但以言其顶斜倚而辐辏；

所谓天如鸡子者，喻其天包地外而已．"

都没有加按语．说明馆臣们也认为赵友钦将浑天说中"天如鸡子"的比喻，解释为"并非指地圆如卵黄，只指天包地外而已"，正是"古人"浑天说的原意．

但在书中赵氏批判"盖天舛理"一节之末，馆臣们却加了很长的按语，先重行介绍古人盖天说内容，然后说：

"盖天之学不特知天体浑圆，并知地体亦浑圆，可谓测验至精至密．汉以来，言浑天者不逮也．此所引盖天之说(指赵友钦本节文字)，乃后人附会之妄，强加之盖天，以便于攻之．其亦诬矣．"

从上可知，四库全书馆臣中校订天文算法类的钦天监监臣等人，包括馆中'上层'人物如纪昀，都认为浑天说不如盖天说精密．浑天说不知地圆，地不是卵黄．盖天说才是主张地

圆的．当然馆臣认为浑天家的地，绝不是浑圆．

赵友钦自己对天地形状的看法是：

“以此观之：天如蹴毬，内盛半毬之水，水上浮一木板，比似人间地平，板上杂置微细之物，比如万类．蹴毬虽圆转不已，板上之物俱不觉知．”这是浑天说天地观的非常形象化的比喻．”按邵雍水也算地，则地是半个蛋黄．此看法后来被黄润玉和朱载堉抄用，作了一些改换．见图6．

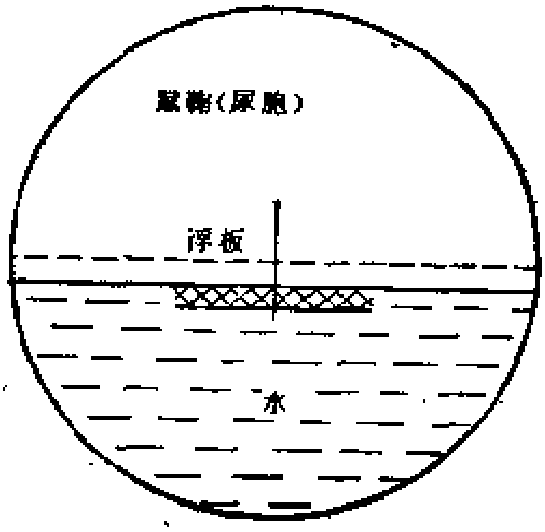


图 6． 赵友钦说．

宋《皇朝事实类苑》卷 52 载：“蹴鞠，……亦谓为毬焉，今所作牛彘胞，纳气而张之，则喜跳跃．……”可见自宋代起浑天家用毬比天，都指的是用尿胞．而不再是古代在中心填毛的缝制的毬．

12．黄润玉的浑天模型

赵友钦的这一条比喻，先被明初黄润玉抄袭，把木板改成“大泥丸”，蹴球改成猪尿胞．他在《海涵万象录》中说：“予幼时戏将猪尿胞，盛半胞水，置一大乾泥丸于内，用气吹满胞毕．见水在胞底；泥丸在中，其气运动如云，是即天地之形状也．此太虚之外，必有固气者．”泥丸不能上浮．丸有多大，未说．如丸径为尿胞径之半，则丸顶与水面齐，如大于尿胞半径，则

丸顶将超出水面，形成中部凸起的浆形，成为邵雍所呵斥的盖天地形观了。

这猪尿胞半透明，如丸顶不出水面，可以称为讲解浑天说的形象化演示仪器，或教具．按宋元浑天家说法，水亦是地，泥丸代表土石部分．地体不是浑圆，只是半个蛋黄．或者竟如下述的何承天的中央凸出水面的地形了．

13．朱载堉的浑天模型

赵友钦的浮板比喻，后来又被明代朱载堉抄用．他在《黄钟历考》卷下，“岁差”条中说：

“浑天家说，天体正圆，状如鞠毬，内少盛水，中间浮一叶，譬之地也．元气运天，左旋不已，而地常平．为水所载故也．人处地上，不当天半，地上天多，地下天少．”“……天体又似薰被香毬，中有机者，盛灰埋火之处，即同地耳，毬虽转而地常平也．”其中盛香的火盆上口，总与香毬中心平齐，盆体挂在其毬心之下．最大的盆体占满半个球壳．

此条称为“浑天家说”，朱载堉不加反驳，可见他赞同赵友钦意见，并认为赵是浑天家．朱载堉先把木板改成一叶，当然是平的了，但水却减少一点，因为他也同赵友钦一样，同意桓谭、关子阳的地中“低于”天球心的说法，即地上天多的说法，所以水面不能升到毬心．

14．一位佚名浑天家的地形观

浑天家一贯认为地平面填满了天球壳中腰，又认为太阳在夜间是绕行到地体下面去的．那么在满月的半夜，阳光应被地体遮拦，照不到月面了．在承认浑天说，并承认地隔开日月的浑天家中，想过不少解决矛盾的说法．如磁石隔瓦木仍然吸铁之类（赵友钦等）．其中有两例与地形大小有关．清初徐发在《天元历理》中曾分别加以探讨，并认为这两例都是迎合西洋人的说法．

第一例是曾有一位佚名者，认为地径只有天度一度半．徐发以为《灵宪》说过地广“当天周”$\frac{1}{242}$，即地径合 $1\frac{1}{2}$ 度．本文前面的张衡条，已谈过张衡原意只是

$$日径=月径=\frac{\left(天周\ 365\frac{1}{4}\ 度\right)}{730}=\frac{(地广\ 121\ 度)}{242}$$

$$=\frac{1}{2}\ 度$$

$$\frac{(天周)}{(地广)}=\pi=\frac{730}{242}=3.02$$

正好符合张衡说“天高为地广之半”的地形观．可见徐发也同这位佚名者一样，未看懂上下文，就在“地广”两字之后，还想象有“当天周”三个字．真是粗心浮躁，捕风捉影，断章取义．徐发完全不同意把地体缩小，他认为月亮本身是有自转的，并且半面发光，半面无光．（赵友钦所倡）用不着缩小地面，就可解决地体遮光矛盾．徐发引此‘$1\frac{1}{2}$ 度说’，大概是从朱载堉《黄钟历考》月食条中抄来的．朱氏引文是：

“旧说日月与地，三者形体大小相似，地体亦圆而不方，其大止可当天一度半．而天周当地径二百四十余倍也．日月相冲，为地所蔽，有景在天，其大如日，日光不照，名曰暗虚．月望行黄道．则入暗虚矣…….”

这条转述的“旧说”，朱载堉绝不同意，认为是一条谬说．他在“旧说”之后，接着说了“殆不然也”．于是他发表了太阳是真火，不同凡火，地体再大也遮蔽不了太阳光，云云，来解释月望有光现象．可惜他未提所批驳之旧说的立说人名及年代．这位佚名公虽看不懂《灵宪》这句话，理解有错误，但却在浑天家中成为最接近地圆说的异端．

15. 另一位佚名浑天家的地形观

徐发谈的第二例，即有人曾主张地体直径为 24 度. 徐发对此勉强同意. 还用"弧矢"算法演算了一番. 不过是谁首创此说的，也未提起. 笔者认为徐发可能是从章璜《图书编》中看到后，引来介绍的. 徐发还引证了《考灵曜》郑玄注"地厚三万里"，认为与地径 24 度接近，作为旁证.

《图书编》"天圆地方考"一节中说："地体径二十四度. 邵雍谓水火土石，合而为地. 今所谓径二十四度，乃土石之体耳. 土石之外，水接于天，皆为地体. 地之径亦得一百二十一度四分度之三也. 两极，南北上下枢是也. 北高而南下，自地上观之，北极出地上三十五度有余". 由带水的地径，可知与天球径一样，地平面在天中腰，即半个蛋黄. 从文义看，当时曾有过此说，章璜大概也有些同意. 可惜章璜未提 24 度地径说的创说人名和时代.

16. 章璜的观点

章璜的观点是"天[?]体东西南北经纬三十五万七千里，每一方距八万九千二百五十里，自地至上八万里. 以日照阳城之半为中. 乃天体正圆也."按此计算天壳半径八万里，正圆

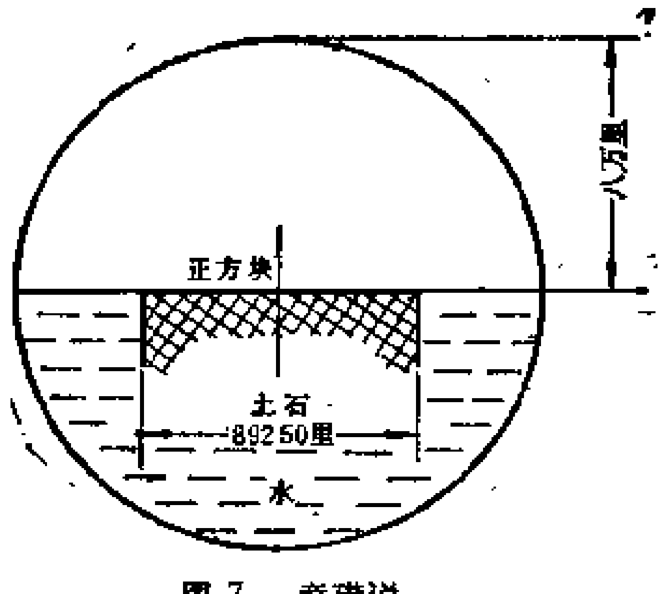


图 7. 章璜说

的天壳直径十六万里。方地的四边总周长，即 4 × 89250 里 = 357000里，引文第一字似应为“地”字，而不是“天”字。方地与圆天之间自然填满了水，水也是地体。章潢的地也是半个蛋黄，见图 7。

除这两条佚名者所创“地径 $1\frac{1}{2}$ 度”和“地径 24 度”之外，笔者所了解到的曾谈地体的“正宗浑天家”们的地形观，也就基本列于上文了。如果这 $1\frac{1}{2}$ 度，24 度说是受西洋人影响的，当予排除于浑天家之外。

17. 何承天的说法

此外还有一位兼采浑盖两说的科学家何承天，为了与纯浑天家作比较，很值得提一下。主张“浑盖合一”或“浑盖实一”的曾有崔灵恩和信都芳两位，但其说法不传。何承天采用：(1) 浑天说的正圆天球壳和阳城地中，地中高出天球中腰。(2)地体为盖天说的“覆槃”形的地表面。当然不言而喻，处处都是天高八万里。见图 8。

其说是“天形正圆，而水居其半。地中高外平，水周其下，……四方皆水，谓之四海。……日为阳精，光耀炎炽，一夜

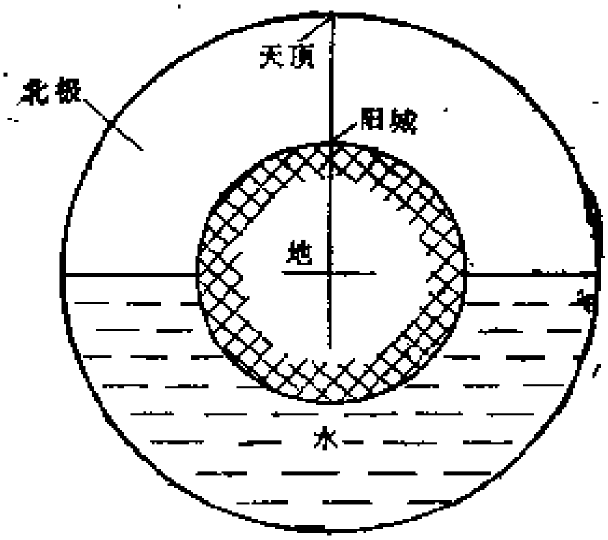


图 8. 何承天说

入水，所经焦竭，百川归注，足以相补，故旱不为减，浸不为益。”（见《畴人传》,《全上古秦汉三国六朝文》）

何承天的地有特点，因为水居天球之半，地中又高出水面，也就是高于天球心。这是笔者所知唯一的认为地而高于天球心的天算家。可惜他也不是浑天家。浑天家心目中的地表面平坦，地中与天球心一致，绝不高出其天球心之上。如果一定要把何承天划归某个学派的话，可能还是划到盖天家一边为宜。他把盖天的天球壳由部分球面扩展成完整的球，成为浑圆的天。为了保持地表面高于天球心，他用半天球水来托地。因此，如果说古代有谁发表过类似“西来的地心说”的人，那就只有何承天了。可惜他不能算浑天家。

如认为张衡说过“地如卵中黄”，就把张衡算成“古代早有地圆说”的代表，则纯属牵强附会。至于其他浑天说人物对地体的看法，如上所引述，都绝非地圆说。

18. 浑天家不同意多重同心球

“地心说”认为日月星辰，各有一层天壳，而且有共同球心，需要地是浑圆的。有人根据《楚辞》中“圜则九重”一句，认为古人早有九个同心球壳之说，并作为“古代早有地心说”的旁证。但浑天家沈括却不承认此说。他解释日食时，认为日月两体可以互相侵入对方体内，互不窒碍。他说：“日月，气也，有形而无质，故相值而无碍”[8]说明浑天家们认为日月星辰，只在同一个天球壳上游来游去，彼此可以互相穿插。并不需要九重同心球壳。再从现存各历（地心说来华之前的）的历经上也可看出，从来无人用多层同心球壳来计算日月星辰的躔度。《楚辞》此句的原意及源流，待考。但肯定与浑天家无关。在盖图上，内加常见不隐圈，外加常隐不见圈，连同七衡圈，共九个同心圆圈，就可以说是“圜则九重”，因为不是九层同心球壳，当然不是“浑则九重”了。

三、附　言

笔者想说的关于历代浑天家们心目中的地体形状尺寸的史料和拙见，就到上节为止。如果明代以前有一两位浑天家主张过地圆，而且不是受西洋人的影响，笔者未列入上文的话，也不能说以张衡为代表的从汉到明一千多年间全体浑天家们都一贯主张地圆，不应以偏概全。

如要笔者回答，古代浑盖两家中，究竟谁主张“地圆”说？历史真相是什么？笔者不敢答复。希望各位专家赐教。因为各人看法难免有分歧，如无绝对驳不倒的论证，想勉强谁改变看法，都不容易。四库馆臣们说是“盖天主张地圆”，必有所据，但不知其有力的详细论证何在。近人说是“浑天主张地圆”，但笔者查考一番后却找不到证据，也不知其有力的详细论证何在。笔者认为如：(1)张衡地体是倒置的瓜皮帽，或切面向上的半个蛋黄。被人误解为完整蛋黄。(2)张衡的地径为121度，被人误解为$1\frac{1}{2}$度。(3)郑玄的天与地结伴四游于“四表”之中，彼此无窒碍，被人误解为天壳不动，地在天壳中四游，自然要有窒碍。(4)朱载堉反对$1\frac{1}{2}$度地径说，被人误解为朱氏主张$1\frac{1}{2}$度地径说。前二误，似属望文生义，后二误，似属粗疏浮躁，未曾通读全章。都造成“断章取义，牵强附会，张冠李戴”的后果。这些缺点，笔者也有不少。如两位“佚名”者，可能就在手头某些书中有姓名，但笔者孤陋寡闻，又不愿去查，只好期望博雅通人指示了。因笔者既不愿意厚诬古人，又不敢妄议今人，故而在未见到大家的意见之前，暂不敢就此下任何结论。希望抛此断砖，引出天文学史专家们，地学史专家们

的新论证来。这有关"土产地圆说厂家是谁"的小问题，笔者坚信迟早会有符合历史真相的、整旧如"旧"的正确答案出现。

古代浑天家的地形观，基本上只是类似于被包在天球下半个壳中的半个蛋黄。何以竟在近人著述中常被说成是中国古代浑天家从来就认为地体正如完整的蛋黄呢？

笔者窃以为每当中国抵制洋货时，洋商及其中国代理商们，常把洋货改用中国包装，贴上'中国造'标签，照样占领中国市场。假如早期西僧或西儒，在中国西南地区说他们的圣父就是中国的无所不能的诸葛丞相；在中国沿海地区说他们的圣母就是中国的救苦救难的林氏天妃，那么当地人就比较容易信受西教了。西儒迎合朝廷需要，大讲天文算学，造炮工艺，争得朝廷宽容；同时还诵儒书，拜孔子，减少与士大夫的隔阂；都是想为传教取得方便的权宜之计。西学天算来华，也遇到抵制，如杨光先上书等。当时御前讲西学的传教士对皇帝说过啥，虽不得而知，但从康熙皇帝说"论者谓今法古法不同，殊不知原自中国流传西土，毋庸岐视。"[9]这段话，也可估计出一二来。大概就用的贴"中国造"标签法。

皇上的金口玉言，顺之者昌，逆之者亡。况且从来是"城中好高冠，四方高一尺；城中好广袖，四方尽匹帛"的。《明史·天文志》的编写者们为了上体圣意，再加发挥，就有"《楚辞》言'圜则九重，熟营度之'浑天家言'天包地如卵裹黄'，则天有九重，地为浑圆，古人已言之矣。西洋之说，既不背于(中国之)古，而有验于天，故表而出之。"的附会之辞[1]。加之宣城梅文鼎等"学贯中西"的名家们也都按"钦定"观点说过几句类似的话，似乎官方观点已得公认。

但是，扬州阮元学派，则一反康熙皇帝为推行西学而讲话

1) 当时明史馆的刘继庄代表总监修万斯同的观点，就认为地心说是西洋人来才知道的，并不同意《天文志》的古已有之说。

的原意，他们为了贬低西学，也在力图把洋货贴上“中国造”标签．他们在《畴人传》中多处倡言：“中法精微深妙，非西人所能及”，“凡此（西法之长）安知非出于中国”，“西人未始不袭我成法，而易其名色耳”等等，毫无根据的谬说，鼓动狂妄自大、排斥外来科技的情绪，为康熙皇帝始料所不及．流毒所至，晚清就出现了诸如《食旧德斋杂著》，《格致古微》等一些科技史料汇编．几乎一切西方科技知识，经他们牵强附会一番之后，全成了“中国古已有之”的土产．在这些歪曲历史、凿空之谈的迷雾中，按《明史》说法把西方的地圆说，变成了张衡的蛋黄发明成果．这一“谬论”，至今仍在国内外不少谈中国科技史的论著和科普小册子中传播不绝．不仅写文章，而且还配图解，似乎成为“国际定论”．这“定论”也似乎是“顺我者昌，逆我者亡”，违反不得的．

洋货贴上“中国造”标签法，早期为了引进西学，康熙皇帝采用过．后来为了抵制西学，阮元太傅又采用过．近世个别人染上了浮夸风，在写科技史时也还在采用．为了激发爱国心和民族自豪感，解放三十多年来，经常报道科技史中真正的“中国之最”的史实，大大鼓舞了人心，凡是中国人，无不衷心赞成．不过也要小心，切莫走上《格致古微》的迷途，滥在洋货上贴“中国造”标签，把中国科技史的研究工作，推进“浮夸风”的泥坑中去．写历史就该写“信史”，科技史亦应如此．

数　据　表

郑玄：地厚 3 万里，天直径 357,000 里，四表直径 387,000 里（用千里一寸，勾股法，盖图中衡直径）．

张衡：地面直径 ＝ 232,300 里 ＝ 天直径，天高 ＝ 地厚 ＝ 116,150 里（用千里一寸，勾股法）

陆绩：天直径＝地面直径 ＝ 357,000 里（据 2932 里一度反推）

王蕃：天半径 ＝81,394 里余，1406 里一度（用千里一寸，勾股法）．

一行、南宫说：测验351里一度，依此算天壳直径5万余里(据天度弧长，由地面里数计算)。

李如篪：地厚8.8度。

李治：地半径＝天半径－15,000里(据四游一万五千里算)

史伯璇：天周1,088,000里，地面直径10万里，天球直径约35万余里(盖图中衡直径)。

佚名(一)：地直径1.5度。

佚名(二)：地直径24度(土石)

章潢：天直径16万里，地方每边89,250里，天高8万里(盖图天高)

郑府长史：2932里一度(据中衡直径算)。

参 考 文 献

[1] 《论衡·说日篇》。

[2] 《论衡·谈天篇》

[3] 《论衡·说日篇》。

[4] 《晋书》。

[5] 《晋书》。

[6] 《唐书》。

[7] 《朱子大全集》，《古今图书集成·学行典》。

[8] 《梦溪笔谈》。

[9] 《格致古微》转引《御制三角形论》。

一行不是浑天家

金祖孟

在一些天文史家的心目中，唐代的僧一行（公元683～727年）似乎是一位浑天家，因为他所领导的“子午线测量”，使得“浑天说完全取代了盖天说”[1]，为浑天说立了大功。实际情形，完全不是这么一回事。

一、一行并不偏爱浑天说

关于古代的中影测量和编订历法，僧一行说：“原古人所以步圭影之意，将以节宣和气，辅相物宜，不在辰次之周径。其所以重历数之意，将欲恭授人时，钦若乾象，不在浑盖之是非。”[2] 他认为，古人进行圭影观测，是为了掌握季节变化规律，指导生产事业，并不是为了推算天的圆周和直径。他还认为，人们编订历法，是为了根据天象变化，进行季节预告，而不是为了论证浑天说和盖天说之间的谁是谁非。

关于浑盖学说本身的是非，他说：“六家之说，迭为矛盾。诚以为盖天耶，则南方之度渐狭；果以为浑天耶，则北方之度浸高。此二者，又浑盖之家尽智毕议，未能通其说也。”[2]他认为，不同的学说，都有其缺点。如果以为盖天说是对的，那么，中衡（赤道）以南每度的宽度却是愈来愈狭的。如果以为浑天说是对的，那么，北极出地度数却是逐渐向北增加的。这两条，浑天家和盖天家无论如何也是无法解释清楚的。应该说，无论是浑天说或盖天说，问题的关键都在于不知道球形大地。

对于球形大地来说，“南方之度渐狭”和“北极之度浸高”，都是理所当然的。

二、一行批判北极出地的不变性

浑天家认为：“北极出地三十六度，南极入地亦三十六度。”[3] 浑天家的错误之处在于把这里的三十六度看成是世界通用的常量。僧一行的“北极之度浸高”，就是对于这一观点的批判。

一行的论断是有根据的，那就是开元十二年的全国性的中影和极高的测量工作。测量结果表明，极高（即前人所说北极出地）因地而异。最北的横野，极高四十度。最南的林邑，极高十七度四分[4]。它们都不是三十六度。这就是说，上述的“北极出地三十六度”是地方性的。

同北极高相联系的，是天空中常见不隐和常隐不见的范围。根据林邑的北极之高，那里“周圆三十五度，常见不隐”。根据交州的观测报告，僧一行批判了张衡的“绕南极七十二度，常隐不见”的说法。他说：“交州望极，才高二十余度。八月海中，望老人星下，列星灿然，明亮者甚众……大率去南极二十度以上之星则见”。原来，对于交州来说，常隐不见的范围是四十度，而不是七十二度。他还强调说，老人星下那些为数众多的明亮恒星，是“古所未识”的，是“浑天家以为常没地中”的[5]。

三、一行批判浑天家王蕃

我国古代有过由中影长度差值（即晷差）求知两地南北距离的命题，还有过“日影千里而差一寸”的关系式，认为对于八

尺高的表干来说，如果两地南北相距一千里，那么，两地同一天的中影长度相差一寸．浑天家和盖天家都使用这个公式求知日下点的距离；盖天家还创造性地用它求知极下（地球北极）的距离．

应该说，在中影和南北距离之间确有一定的关系．但是，上列的比例关系，却是错误的．刘焯(公元 542—608 年)根据刘宋时的实测数据，最先提出这个问题．[6]李淳风（公元602—670年)在注释《周髀算经》时，采用了刘焯的资料．最后全面地解决这个问题的，是僧一行．他根据开元十二年的全国性的实测数据，认为“凡晷差，冬夏不同，南北亦异”；中影长度差值，既有季节变化，又有纬度差异．因此，“先儒一以里数齐之，遂失其实”；任何无视季节因素和纬度因素的“多少里差一寸”的公式，无法说明实际情况．他终于以北极高和南北距离的关系式取代中影差值和南北距离的关系式，以“三百五十一里八十步而极差一度”的关系式，取代“王畿千里，影差一寸”的关系式[7]．

以上所述，在天文史界是没有争议的．有争议的是：我们认为“日影千里而差一寸”的关系式，是浑盖二家所公有公用的；但是，在有些天文史家的心目中，这个错误的公式本质上属于盖天说，是“浑天说中保存的盖天说的最后一个痕迹”[1]．值得注意的是，在一行提到这件事的时候，他所批判的是著名的浑天家王蕃(公元 219—257 年)．

一行是怎样批判王蕃的？我们知道，王蕃最先根据勾股定律和“日影千里而差一寸”的法则，推算过天的圆周和直径．因此，一行所说的“古人所以步圭影之意……不在辰次之周径”[2]的话，显然是批判王蕃的．王蕃在推算工作中，认为日下点在阳城以南一万五千里．但是，根据开元十二年的晷影测量，日下点距阳城不足五千里．因此，一行认为，王蕃的测晷

成果是偏大了三倍． 在提到这一点的时候，一行说："然则［王］蕃之术，以蠡测海者也"（见《新唐书·天文志》[8]．《旧唐书·天文志》作"然则王蕃所传，盖以管窥天，以蠡测海之义也"[9]）．这就是说，王蕃的做法是以部分代替整体．

当然，一行在一千多年以前认为正确的东西，今天看来，也是很成问题的．而且，应该受到批判的，不仅是王蕃，也不仅是浑天家，而且是盖天家．今天的问题是，不能把错误的东西，任意地推给盖天说，把它看成是盖天说独家经营的．

四、一行并不理解子午线测量

综上所述，一行并不是浑天家．那么，人们为什么把一行看成浑天家呢？其原因有二：第一，人们认为浑天说的地是球体．第二，人们认为一行曾经进行地球子午线的测量工作，从而进一步证实大地的球形．其实，浑天说的地并不是球体，而是一个圆形平面．一行也没有意识到他和南宫说所做的工作，实际上是地球子午线的测量．关于前一问题，我在《试评"张衡地圆说"》[10]中已经详尽地加以论述．这里所要着重说明的，是后一问题——僧一行并不理解子午线测量．

我们知道，北极高度的南北差异，是大地呈球形的主要物理证据．古希腊人正是根据诸如此类的证据，才提出他们的地圆学说的．令人不解的是，一行以及以后的沈括和郭守敬，明知北极高度有南北差异，却没有提出球形大地的观点．问题在于，我国古人把到达地球的太阳光线看成辐射光线．在这一前提之下，北极高度的南北差异的发现，只能就事论事地推翻"北极出地三十六度"的观点，而无法得出大地必然是曲面的结论，因为辐射光线和平面大地的结合，完全可以合情合理地解释北极高度向北增加的事实．反之，在西方古代，太

阳光线早就被认为是平行光线. 在这一前提之下，只要承认冬夏二至的中影长度的南北差异，我国古人就能推出大地呈球形的结论. 没有这一前提，我国的"日影千里而差一寸"的法则，实际上也是辐射光线和平面大地相结合的产物.

那么，为什么我们不能在很早的古代就知道太阳平行光线呢? 这同天体的距离的概念有关. 古希腊的阿利斯塔克在公元前三世纪就曾经测量过太阳的距离，并且得出太阳比月球远 20 倍的结论. 尽管这结论还是大大地偏小了，它已经可以给人们以太阳平行光线的推论. 他的同时代人埃拉托色尼(公元前 276—194 年)的测量子午线的工作，显然同太阳距离和太阳平行光线的观念有关.

反之，我国的浑天家认为天高仅及地广的二分之一. 根据这样的高度，人们无法得出平行光线的结论. 盖天说的天高和地广成 8 与 81 之比. 根据这样的数据，平行光线的观念，就更加无法形成了. 因此，使得平行光线的观念无法形成的，是浑天说和盖天说的宇宙学说.

总之，浑天说的地本来并不是球形的，僧一行也没有从事实上的子午线测量中得出球形大地的观点.

五、一行是天文学家

总之，僧一行是一位卓越的天文学家. 他既不是盖天家，也不是浑天家. 随着人类认识的逐步深入，他既批判盖天说，也批判浑天说. 他采用的是科学家的实事求是的态度，他善于从客观事实得出科学结论，而不是透过有色彩的镜片观测客观世界.

特别值得注意的是宋人对于一行的看法. 王应麟在《玉海：总叙浑天》中引述张行成的话说："盖天之学，惟唐一行

知其与浑天不异．盖天之法如绘象，只得其半；浑天之法如塑象，能得其全．”欧阳修主编的《新唐书·天文志》说：“及一行考月行出入黄道，为图三十六，究九道之增损，而盖天之状见矣”．我们并不同意张行成对于浑盖学说的分析，也没有搞清《新唐书·天文志》的确切含义．但是，毫无疑问，一行在宋代学者的心目中，并不是浑天家．

根据我们今天的分析，我们可以有把握地说，一行是浑天说由盛而衰的见证人．他以对于浑天观点的批判，促使浑天说从它的顶峰上逐渐堕落下来（详见《浑天说的兴起和衰落》一文[11]）．只是由于清人在西方地圆说传入中国以后，以张衡的“地如鸡中黄”比附西方的“地体浑圆”，浑天说才会长期处于一种似是而非的优越地位．

参 考 文 献

[1] 《中国天文学史》，中国天文学史整研小组编辑，科学出版社，1981 年，第 164 页．

[2] 《历代天文律历等志汇编》(以下简称《汇编》)，中华书局，1976，第三册，《新唐书·天文志》，第 718 页．

[3] 《汇编》，第二册，《宋书·天文志》，第 291 页．

[4] 《汇编》，第三册，《新唐书·天文志》，第 714—716 页．

[5] 《汇编》，第三册，《新唐书·天文志》，第 714 页．

[6] 《汇编》，第二册，《隋书·天文志》，第 559—560 页．

[7] 《汇编》，第三册，《新唐书·天文志》，第 715 页．

[8] 《汇编》，第三册，《新唐书·天文志》，第 716—717 页．

[9] 《汇编》，第三册，《旧唐书·天文志》，第 668 页．

[10] 《自然辩证法通讯》，1985 年，第五期，第 57—60 页．

[11] 见本文集第 164—175 页．

西方地圆说在中国

郭永芳

在中国传统的宇宙理论中是否有地圆说？历来就有不同的看法[1]．这种分歧的本身，就说明现存的文献里没有明确的语言来叙述过地圆说．而长期盘据在中国人脑际的乃是孔夫子的“天道曰圆，地道曰方”、“天圆而地方”的思想[2]．总之，正统的或被八股“教养得硬化了”[3]的一般知识分子，对“四方的大地，那是很知道的，但一到圆形的地球，却什么也不知道了”[4]．鲁迅是从旧知识领域里冲杀出来的过来人，深知传统知识结构的缺陷，所以他的话切中夙病．

利玛窦来华，把西方的地圆说介绍给我国，这才引起了我国学者对大地形状的重视．中国人对地圆说的反应，只有清末传入中国的达尔文学说可以与之相伯仲．因为前者动摇了中国为世界中心的盲目安慰，扩大了视野，从而促使人们睁开眼睛遥看大千世界；后者，激发着处于危难时期的中华民族赶快起来救亡图存．

一、西方地圆说传入中国始自利玛窦

在利玛窦之前，元朝的阿拉伯天文学家扎马鲁丁曾造了一架地球仪给宫廷[5]，然没有引起中国学者的重视，只把它看作一般的“奇技淫巧”的玩具，其影响是微乎其微的．况且，它是“器”而不是“说”．

真正把地圆说传入中国的是意大利传教士利玛窦（M.

Ricci，1552—1610）．“如地圆之说，直到利氏东来而知之”[6]；“大地如球说，始自有明，由利玛窦（传）入中国，其说始创，颇为畴人家言者，未尝悉信之也”、“始事之功为不可没也”[7]．

首先介绍地圆说的是利玛窦的《山海舆地图》（或曰《坤舆万国全图》）[8]．1583年，利玛窦尚住在广东肇庆的时候，就在墙上挂着一幅用汉字标注的世界地图．为了取悦中国士大夫，迎合他们的自大心理，他特意把地图上的第一条子午线的投影位置转移，把中国放在正中[9]．其自序："地形本圆球，今图为平面，其理难于一览而悟，则又仿敝邑之法，再作半球图者二焉"．“地（球）之有图，始明万历中西士利玛窦、南怀仁所进也”[10]．紧接着，利玛窦的《乾坤体义》（二卷）[11]、熊三拔（S. de Ursis，1575—1620）的《表度说》亦刊行问世．“是时，地圆地小之说初入中土，骤闻而骇之者甚众，故（此书）先举其至易至明者，以示其可信焉！”[12] 即便这样，许多中国学者仍然不同意“地圆说”，甚至如王夫之也用轻蔑的口吻反对地圆说：“（利玛窦）如目击而掌玩之，规两仪为一丸，何其陋也”[13]！可见并不是不好理解，而是中国传统学说中没有此一说，笃守传统学说藩篱的王夫之也不能轻易相信．偏见比无知更顽固．

此外，熊三拔的另一著作《简平仪说》，以及由他与庞迪我（D. de Pantoja，1571—1618）共同给明万历皇帝讲解利玛窦《万国舆图》而编写的讲义《职方外纪》[1]都介绍了地圆说．清初，介绍地圆说的著作就更多了，不赘述．

二、对地圆说的驳难

不管是亚里士多德-托勒密的地心说，或是哥白尼的日心

1）后由艾儒略增订，杨廷筠汇记．

说，都认为大地是圆(球)体。这种思想与自视中国处于大地中心的传统观念发生了尖锐的冲突。所以利玛窦把第一条子午线画在中国，其用心就是为了减轻中国人的反感，迎合士大夫们"常觉有上天下地唯我独尊之概"[14]的自大心理。同时，传教士们为此还对地圆说进一步作了巧妙的既不冒犯又不苟同的论述，解释说："世谓天圆地方，此盖言其动静之义，方圆之理耳，非言其形也"[15]。但这种从我国古典文献中寻找的论据[16]，并没有消除士大夫们的抵触情绪。其一是不满利玛窦的世界地图只把中国画在蹁居一隅的地方，"焉得谓中国如此蕞尔，而居于图之近北"[17]；"顷有化外人利西泰(玛窦)，为山海图，狭小中国，略于(邹)衍同"[18]，进而对地图上所标出的"洲"及其他国家究竟确有其地表示怀疑，说什么"汉张骞使西域，或传穷河源、抵月宫，况是人间有不到者！《山海经》、《搜神记》、《咸宾录》、《西域志》、《太平广记》等书，何无一字纪及彼国者"！？[19]在他们看来，利玛窦的世界地图似乎是有意为了"狭小"中国而臆造出来，目的仅仅是为了奚落中国，根本是子虚乌有的东西。"狭小中国"，当然是否定中国的中心地位，由是产生反感是很自然的，消除偏见是不容易的。然而，尊重科学的中国知识分子还是赞同地圆说的，其中的一些人也作出合于中国知识分子脾胃的解释，阮葵生就是其中的一个。他认为中国古代没有产生过地圆说，并论述了"所谓中国者，谓其礼乐政教，得天地之正理，岂必以形而中乎！譬心之在人中也，不如脐之中也，向卒必以心为人之中，岂以形哉！"[20]这种玄妙的解释并不符合科学的真实，但对解开中国人的心理"疙瘩"还是起了一定安慰作用的。

其二，对地圆说的诘难，莫过于地球"上下四旁皆生齿所居，浑然一球，原无上下"的说法了[21]。按照水(海)陆异体的大地系"方"形的观点，这简直是"以欺愚顽"[22]的谬论，所以

"华人笑之"[23]，甚至"不觉喷饭满案"[24]．杨光先（1597—1669）[25]为了驳倒"地圆说"，他严正地提出三个问题来反问：

一问，他说，如果大地确实如所说的是"一大圆毬"，"毬上国土人之脚心，与毬下国土人之脚心相对"，那么，在球下面的人岂非受倒悬之苦了吗？如果汤若望（P. J. Adam Schall von Bell，1591—1666）能够倒着"立"在楼板的下面，我杨光先才能相信"地圆"说．

二问，杨光先认为水是"天下至平"的，如果大地确实如"毬"，那末下面及四旁之水为什么"得以不倾"呢？假如你汤若望能够指出天下真的有"圆水、壁立之水、浮于上而不下滴之水"的话，我杨光先就相信"地圆"说．

三问，如果大地确实如"毬"，球体下面的"国土人物"岂非"尽为(大)地所覆压"，为什么球下的人不会被压得"为鬼为泥"呢？

杨光先以为他这么一诘难，就可以"镜新法之妄"了，以为地圆说及其当时的宣传者就被押到"阎罗孽镜之下，从前所作罪孽毕见镜中，然后欲辩不能，始俛首承伏"了．对杨光先的愚昧昏聩，鲁迅曾在《看镜有感》[26]一文中予以辛辣的批评．但杨光先以生活中的直观现象来批判否定地圆说理论却是很有市场的．所以，及至清末的革新人士还需不遗余力地在知识分子中宣传地圆说，譬如谭嗣同就曾多次发表演说，主讲哥白尼学说及地圆说[27]，皮锡瑞（1850—1908）的儿子为普及地圆说专门写了一篇《醒世歌》："若把地球来参详，中国并不在中央；地球本是浑然物，谁居中央谁四旁？"．这篇普普通通的歌词竟招来了湖南顽固绅士叶德辉（1863—1927）的竭力反对，要皮锡瑞管教约束[28]．从明末至清末，近三百年的时间里，在比较高级的知识分子中仍然有相当多的人不相信地圆说，可见宣传和普及地圆说是多么的艰难！

三、从先哲中寻找地圆说的"根"

明末传教士带来的各种科学技术知识，有很多对中国知识界来说是新鲜的东西，因而开阔了人们的视野，激发了中国部分知识分子学习西方科学技术的热忱，徐光启、李之藻、王征、孙元化等人就是这样做的．由于"新学"的促进，对科学技术的学习与研究兴趣亦逐渐浓厚起来，但是这些人始终没有摆脱传统的研究方法，他们没有直接面向自然与物质，而是沿着研究经学的一贯方法来研究科学技术，不客气地说，他们是用研究"科学史"的态度来发掘中国古代已有过的科学成就与现象的记载，形成了一场"西学东源"的研究活动．很多学者在"西学东源"说的影响下，误以为一切科学技术都导源于中国．自然，"地圆说"亦复如此．"地圆说"的"西学东源"论的肇始人似乎是明万历间的王英明，他1612年出版的《历体略》中整理了中国古籍里的材料，硬证明中国古代已经有过"地圆说"，用以说明"地圆说"本是中国"土产"． 然后梅文鼎(1633—1721)的研究更使"西学东源"说益发得到光大，于是很多学者也跟着梅文鼎的牵强附会唠叨起来，推演开去．假如说梅文鼎[29]、余廷灿(1729—1798)[30]、阮元(1764—1849)[31]、焦廷琥(1782—1821)[32]都是从盖天、浑天说中找地圆说"根"的话，那么，许桂林(嘉庆21年举人，卒年仅43岁)的《宣西通》一书则企图从宣夜说中寻地圆说的"源"了，即所谓"采集宣夜遗文，以西法通之"[33]．这种寻"根"活动的"深化"，确满足"天朝大国"自尊感的天真动机．他们采用了似是实非、捕风捉影的方法，竭力论证"地圆说"传自中国，起码也是中国古已有之．其中《明史》的说法带有一定的代表性，即所谓西方的天文学(包括地圆说)乃是尧时候的叫做"和、

仲"两个人"宅西"时传出去的;[34]否则,退一步讲也是在"周"朝末年的畴人子弟逃散时到了西域,而"天方"诸国接壤"西陲",象接力棒一样地传到了西方世界. 用猜度替代科学的论证,非常不可取. "地圆说"真的是从中国传出去的? 或"西法皆古所有"[35]? 抑或"格致之学,中发其端,西竟其绪"[36]吗? 并非纯然如此,更非样样如此,蒋湘南(道光15年举人)就为此洋洋洒洒地写了一篇《西法非中土所传论》[37],严肃地批评了这种阿Q式的不科学的学风.

四、导出一场美学上的争论

"地圆说"是古希腊学者毕达哥拉斯(约公元前580—500)根据"一切立体图形中最美的是球形,一切平面图形中最美的是圆形"[38]这一美学原则产生出来的假说,后来这一假说经过亚里士多德(公元前382—322)的证实,并成为基督教的御用科学之一. 大地是球形正是建立在均衡、和谐、完善等许多美的观念上的[39],所以传教士不乏褒圆贬方的言论. 这种美学观恰恰又与中国传统的美学观发生了矛盾. 在中国传统的美学思想中不仅丝毫找不到如毕达哥拉斯那样的主张; 反之,中国的先哲们认为圆与方都具有同样的美学价值,有时竟方圆并举,如古代的铜钱,即外圆内方. 中国古代学者还非常赞美"水"[40],原因是水具备遇方成方、遇圆成圆的特性. 另外,我们再考察一下古代城市建筑,长安城的布局如同棋盘,北京城同样经纬严明,而房屋中的四合院更不必说了,从这一角度来看,中国古代人对方形比对圆形更为欣赏. 因而,面对传教士褒圆贬方的言谈态度,势必引起了正统观念较强的一些学者们的反感. 考据学家孙星衍(1753—1818)有愤于"地圆说行,则重圆而毁方"[41]的倾向,特意写了一篇《释方》,抨击

了“毁方”的理论，进而否定了“地圆”之说. 焦循（1763—1820)是地圆说的拥护者，为此批评了孙星衍的偏颇，说：“天之道圆，惟圆乃直，后人以同流合污为圆，非圆也；地之道方，惟方乃通，后人以绝物忤世为方，非方也”、“阳湖孙观察(星衍）恶道之不方也，作《释方》，乃未悉乎方之道也，因为之说”[42]. 焦循的儿子焦廷琥站在父亲一边，对孙星衍又作了进一步的批评. 争论是从形式美引起的，用形式比附道德，所以目的是关于道德美的论战. 论争的时间不长，给人的教益却不浅——从科学到美学，与古希腊从美学到科学，恰恰相反.

* * * *

围绕着大地究竟是球形（圆）或是方形的争论几乎延续了近三百年之久，赞成地圆说者之中，甚至有康熙皇帝那样拥有皇权的代表者，然地圆说并没有因此获得更多的信任票. 我们还应看到，对地圆说表示赞同或反对，其理由和解释都不怎么符合真正的科学，只有李善兰（1810—1882）通过《谈天》与《重学》的翻译把牛顿学说介绍给大家之后[43]，地圆说(已汇入了哥白尼的日心说)才在中国进入科学的轨道. 即便在这以后，普及与宣传日心说及地圆说的任务仍很艰巨，上面提到的谭嗣同及《醒世歌》的作者都为此作出过各自的贡献. 时间是漫长的，历程是艰苦的，但科学终究战胜了愚昧与昏聩!

引用文献及注释

[1] 现在主张中国古代有地圆说的有郑文光、席泽宗《中国历史上的宇宙理论》第67—68页；反之，唐如川《张衡等浑天家的天圆地平说》，载《科学史集》第4辑.

[2] 《大戴礼记》卷5“曾子天圆第五十八”节.

[3] 鲁迅《华盖集·十四年读经》.

[4] 鲁迅《且介亭杂文二集·在现代中国的孔夫子》.

[5] 参见《元史·天文志》或《畴人传》卷24“扎玛鲁鼎”条.

[6] 刘献庭《广阳杂志》卷2.

[7] 王韬《地球图跋》,载《皇朝蓄艾文编》卷47.
[8] 据洪业《利玛窦的世界地图》(见《洪业论集》)统计,至万历(1573—1619)末,此图就有十三个版本,其盛况是我国古代出版史空前的.
[9] 裴化行《天主教十六世纪在华传教志》(肖濬华译)第279页.
[10] 陈庚焕《地毬考》(载《陈惕园文录》卷2),但他把南怀仁当作利玛窦的同时人,则是错误的.
[11] 上卷目录:天地浑仪说、地球比九重天之星远且大几何、四元行论.下卷目录:日球大于地球、地球大于月球、论日球大于地球、论地球大于月球.尚可参考《畴人传》卷44"利玛窦"条.
[12] 《四库全书总目提要·子部天文类》,"表度说"条.
[13] 王夫之《思问录·外编》.
[14] 梁启超《新民说》.
[15] 《坤舆图说·地体之圆》,载《古今图书集·方舆汇编·坤舆典》卷3.
[16] 如《吕氏春秋》:"天道圆,地道方,圣人所以立天下.天圆谓精气圆通,周复无杂,故曰圆;地方,谓方构殊形,皆有分职,不能相为,故曰方.主执圆,臣处方,方圆不易,国乃昌"(据《太平御览》卷2).
[17] 魏濬《利说荒唐惑世》,载《明朝破邪集》卷3.
[18] 明李维桢《方舆胜略序》,载《大泌山房集》卷15."略于衍同",指与邹衍的大九州说大略相同:"谓中国于天下八十分之一".请参考郭永芳、宋正海《大九洲——中国古代一种非正统的海洋开放型地球观》,载《大自然探索》1984年第2期.
[19] 许大受《圣朝佐辟自叙》,载《明朝破邪集》卷4.
[20] 《茶余客话》卷13"南怀仁驳天地方圆说"条.
[21] 《坤舆图说·总序》,同[15].
[22] 林启陆《诛夷论略》,载《明朝破邪集》卷6.
[23] 《茶余客话》卷13"天地圆体"条.
[24] 杨光先《不得已·孽镜》,后引杨光先的话均出此文.
[25] 杨光先的生卒年,由笔者据《不得已·请诛邪教状》与《圣祖(康熙)实录》卷31及《敬孚类稿》卷11"杨公神道表"三文推算而得.
[26] 《坟》.
[27] 《谭嗣同全集》(增订本),中华版,第123—124页.
[28] 苏舆《翼教丛编》卷6.皮锡瑞有三子:长嘉福,同治6年生;次嘉祐,同治10年生;三嘉祿,光绪11年生.《醒世歌》大概作为光绪23—24年,估计为嘉福或嘉祐所作,待进一步考证.
[29] 梅文鼎《浑盖通宪图说订补》,谓地圆说"窃疑为周髀遗术,流入西方者".
[30] 《书王蕃浑天说》(《存吾文稿》卷2),说地圆说乃是"昔程子谓地无处而不为中,利玛窦辈入中国,言地原无上下,无正面(反),四周人着其上,以为不宣之秘,而不知程子已先发明之.及近日宣城梅定九(文鼎)出,又推阐周髀,以为亦原知此说,何必西学!".
[31] 《地球图说·序》:"西洋人言天地之理最精,其实莫非三代以来古法所旧有"、"言天员(圆)地员(圆)者,显著于大戴记曾子天员篇,……非西域所

创也"、"周髀算经曰，日运行，处极北，北方日中，南方夜半；日在极东，东方日中，西方夜半；日在极南，南方日中，北方夜半；日在极西，西方日中，东方夜半．据此，则天员地员说，周公商高已明言之．"

[32] 《畴人传》卷 51，"焦循"条附，生卒年由笔者考．

[33] 《畴人传》卷 51，"许桂林"条．原书未见；但唐仲冕《宣西通序》（《陶山文录》卷 5）"大略可见"此书内容．

[34] 《明史》卷 31．

[35] 邹伯奇《论西法皆古法所有》，载《学计一得》卷下．

[36] 王仁俊《格致古微·略例》．

[37] 蒋湘南《七经楼文钞》卷 4．

[38] 《古希腊罗马哲学》，商务版，第 36 页．

[39] 参见詹姆斯（*E. James*）《地理学思想史》，商务版，第 34 页．

[40] 《老子》："上善若水"；《庄子》："鉴于止水"；近代冯桂芬《校邠庐抗议·改科举议》："盂圆则水圆，盂方则水方"．

[41] 《平津馆文稿》卷 7．

[42] 焦循《雕菰楼集》卷 10"说方"篇．

[43] 参见拙著《牛顿学说在中国的早期传播》，载《科学史文集》第 12 辑．

浑天说的兴起和衰落

金 祖 孟

我国古代有两种主要的宇宙学说，即浑天说和盖天说。我们以辩证唯物主义的认识论为武器，对这两种学说进行了重新评价，得出如下结论：

——浑天说以阳城地区的天象观测为依据，以夏都阳城为大地中心，是一种地方性的宇宙学说[1]。

——盖天说以广大地区的天象观测为依据，以地球北极为大地中心，是一种世界性的宇宙理论[2]。

浑天说的如下特征，充分说明它是一种地方性的宇宙学说：

——天是一个球体。但是，它只有一个半球在地面以上，因而是可见的，另一个半球在地面以下，是永远不可见的。

——地(包括海洋和陆地)是天壳以内一个圆形平面，因此，它有中心和半径。它的中心叫做地中，就是天壳的中心；它的半径就是天壳的半径。

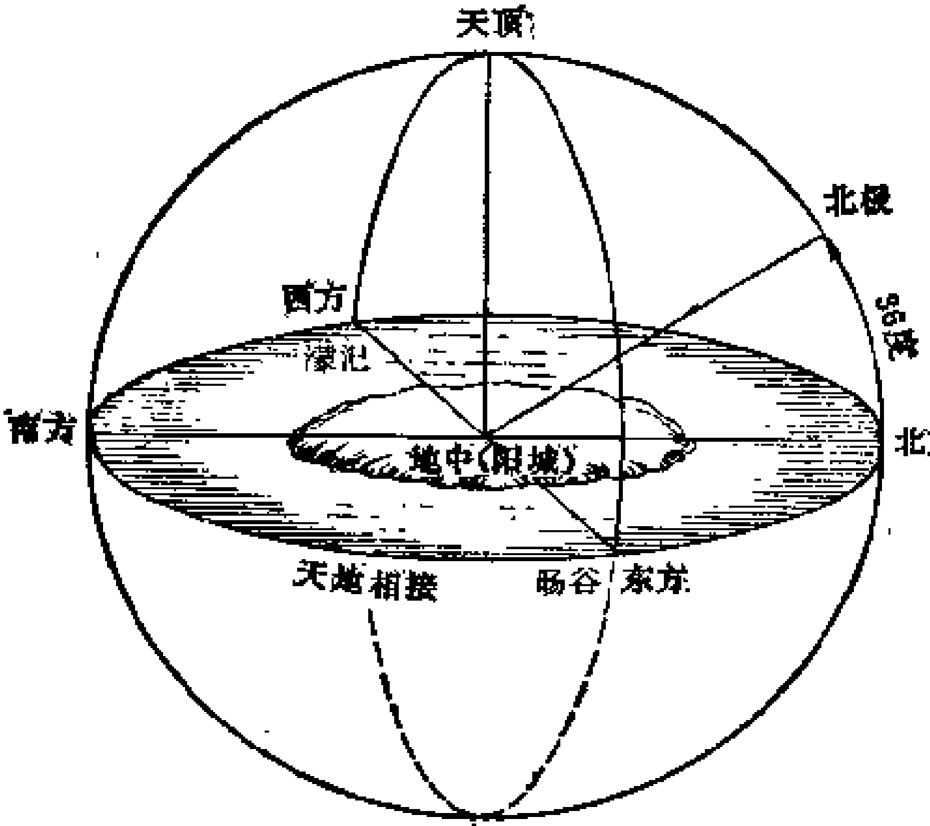
——天相对于地面的高度，因地点而不同。天上最高的一点，叫做天顶。在地的边缘，天地相互连接。太阳和月亮每日在天地相接处东升和西落。

浑天说的下列特征，具体地说明它是以夏都阳城的天象观测为依据的：

——浑天说的地面中部是阳城所在的陆地，它的四周是想象中的海洋。太阳和月亮每天在东部海洋(旸谷)升起，在西部海洋(濛汜)下落。

——浑天说的地中位于夏都阳城，而阳城是夏至中影长度为尺有五寸、北极出地为36度(古度)的夏代古都。

浑天说的全部特征，可以用示意图表示如下：



来源于单站观测的浑天说的基本观点，符合直觉印象，因而容易取信于人。反之，盖天说的基本观点，只能通过合理的想象加以理解，无法用单站观测加以证明。因此，在历史上的浑盖之争中，占优势的一直是浑天说。但是，浑天说既然是一种地方性的宇宙学说，它必然会因为人类的视野的不断扩大而逐渐衰落下去。

一、浑天说的兴起

浑天说是一种以局部地区的天象观测为根据的宇宙学说。因此，很难说这种学说是谁首先提出的。任何一个善于思考的人，都可以根据他自己对于天和地的直觉印象，提出自

己的宇宙结构观点，例如天地相连之类. 很明显，它们都符合浑天说.

应该说，浑天说是极其古老的. 那么，浑天说究竟古老到怎样的地步？我们可以从远古神话中看到浑天说的观点. 这就是说，浑天说的天和地是荒诞不经的古老神话故事的舞台. 试看下列事实：

——按照浑天说的观点，天的高度和地的深度相等. 这就是张衡在《灵宪》中所说的“自地至天，半于八极，则地之深亦如之”[3]. 反映这种观点的，就是盘古开天辟地的神话.

——按照浑天说的观点，大地是一个圆形平面；它有中心（即阳城），有边缘（八极），可以分成九个部分（即中部和八极）. 反映这种观点的神话，就是八柱和九天的传说.

——按照浑天说的观点，天和地是相互连接的；具体的相互连接的地方，就是环绕陆地的海洋. 反映这种观点的神话，就是天涯海角的说法，邹衍的大九洲和张骞乘槎登天的故事.

——根据同样的观点，日出于东方海洋（旸谷），日没于西方海洋（濛汜）. 同这种说法相协调的，就是羲仲和仲派驻旸谷和濛汜，观测太阳出没的神话，以及十日宿于扶桑的神话，和夸父追日直到濛汜的神话.

——根据浑天说的观点，陆地是浮在海上的. 但是，土石比海水重得多. 因此，神话中有鳌鱼背负大地的说法.

这样看来，在这些神话广泛流行的时代，社会上就已经有浑天说的观点. 我们由此可知，浑天说同荒诞不经的神话故事一样地古老. 所有这些都是浑天说的渊源.

在我国的历史上，张衡无疑是最重要的浑天家. 但是，在张衡以前，浑天说的基本观点已经见于文献记载. 它们也是浑天说的渊源.

——慎到大约生活于公元前 395—315 年. 他说：“天体

如弹丸，其势斜倚”．这两句话包含浑天说的三个基本观点：第一，天是一个球体，即“天体如弹丸”；第二，天极不在天顶，即“其势斜倚”[4]；第三，地是平面，因为“其势斜倚”是相对于平面而言的。

——《周礼》一般认为是战国时代的作品，记载着当时各国的制度．它说：“日至之影，尺有五寸，谓之地中”．关于这段话，东汉经学家郑众(?—83)说：“土圭之长，尺有五寸．以夏至之日，立八尺之表，其影与土圭等，谓之地中，今颍川阳城地也。”[5]地中观点是同圆而平的大地相一致的；地中在中影长度方面的独特地位，也只有对于圆而平的大地而言，才是合情合理的。

——在汉武帝太初改历的过程中，落下闳是主要历算专家．《隋书·天文志》说：“落下闳为汉武帝于地中转浑天，定时节，作太初历。”[6]在这里，“转浑天，定时节”就是转动浑天仪，以测定季节．“于地中”就是说这项测量工作是在地中进行的。因此，“转浑天”就是确认了球形天空；“于地中”就是确认大地是一个有中心的圆面。

这样看来，在张衡之前，浑天说的球形天空、圆面大地、天轴斜倚和以阳城为地中等观点，都已十分明确。

二、张衡的浑天说

张衡关于浑天说的文献有二，即《浑天仪注》和《灵宪》．只要注意到“地如鸡中黄”中的“地”是指狭义的地，即陆地，人们就会同意：这两篇文章关于浑天说的观点是一致的。

张衡在《浑天仪注》中说：“天如鸡子．地如鸡中黄，孤居于天内，天大而地小．天表里有水……周天三百六十五度四分度之一，又中分之，则半复地上，半绕地下，故二十八宿半见

半隐，天转如车毂之运也。”[7]根据别的文献来源，他在此文中还有关于两极和赤道，北极出地和南极入地(各为三十六度)，上规直径和下规直径(各七十二度)的论述。张衡在《灵宪》中说：“天体于阳，故圆以动。地体于阴，故平以静……自地至天，半于八极，地之深亦如之……其(指日月)径当天周七百三十分之一，地广二百三十二分之一。”[8]

应该说，同前人相比较，张衡关于浑天说的叙述显得详尽得多。具体地说：

——关于球形的天，张衡详尽地提到它的北极和南极的位置和相互间的距离，赤道的定义及其相对于南北两极的度数。

——关于圆而平的地，张衡详尽地提到地把球形的天和天上的二十八宿分成上下两半，天的高度等于地的深度，天周和地广的比值就是圆周率。

——关于地的结构，张衡把地和水相提并论。据此，张衡的地有广狭二义。广义的地包括陆地和海洋，是一个圆形平面。狭义的地是指陆地，是四周为水所包围的。因此，“孤居于天内”的、可用“鸡中黄”作比的“地”，是陆地，因而无所谓球形与否的问题。

——关于天和地的关系，张衡具体提到北极出地和南极入地都是三十六度，上规和下规的直径都是七十二度。从上述的“地居天之半”和天高等于地深的观点，我们可以知道，在浑天家的心目中，球形的天和圆形的地是相互连接的。张衡没有正面提到以阳城为地中的观点。但是，从36度的北极出地和南极入地看来，张衡是承认地中的特殊地位的。

——关于黄道，张衡在《浑天仪注》中提到黄赤交角和二至点的北极距。他说：“黄道斜带其(天)腹，出赤道表里各二十四度。故夏至去极六十七度而强，冬至去极百一十五度亦

强也。”这就是黄赤交角以及冬夏二至的北极距。他还说："各分赤道黄道为二十四气，一气相去十五度十六分之七"[9]。

这样看来，张衡对于浑天说的天和地的描述，是很详细的。应该说，张衡集浑天说之大成，是浑天家的典型代表。

三、浑天说的全盛时期

在张衡的时代，我国的浑天说已经完备了。在张衡以后的浑天家，没有给浑天说增添什么新观点。但是，他们把原有的观点搞得更加明确、更加具体。

——在张衡以后，我国思想界有过长期的浑盖之争。我们知道，在当时的学术界，占绝对优势的是浑天说。因此，所谓浑盖之争，实际上只是浑天家对于盖天说的批判。当时受到批判的，起先是《周髀算经》，以后是王充（27—100）的《论衡》，因为其中的《谈天》和《论日》具有同《周髀算经》一致的观点。其间的主要事件，首先是杨雄(公元前53—公元后18)的《难盖天八事》对于《周髀算经》的批判[10]；以后是葛洪(284—363)对于《论衡·说日》的批判[11]。前者主要是以浑天说的球形天空批判《盖图》的平面天空；后者主要是以浑天说的周日东升西没批判盖天说的周日"丽天平转"。因此，通过这场批判，浑天家进一步明确了它的"天如鸡子"的观点和它对于天球周日运动的理解，特别是"天出入水中"的观点。这就是说，浑天家坚持球形的天和平面的地，是在海上相互连接的。

——在张衡以后，王蕃(219—257)和祖暅(？—525)就天和地的有关数据进行了推算。王蕃得出，天的半径为81,394里；天的圆周为513,687里。他说："从日斜射阳城，为天径之半"；从天空中任意一点到地中阳城，都是天的半径[12]。祖暅根据中影长度推算太阳的高度和日下点对于地中

的距离。他得出，冬至日高为42,658里，其日下点去地中数为69,320里；春秋分日高为67,502里，其日下点距地中数为45,479里[13]。他们在不同的年代，以各自的算式和数据，阐明地中阳城在浑天说的天圆地平系统中的独特地位。

——在张衡以后，王蕃和何承天（370—447）都就浑天说的观点，进行了概括。王蕃说得比较扼要。他说："天体圆如弹丸，地处天之半，而阳城为中，则日春秋冬夏，昏明昼夜，去阳城皆等"[14]。何承天在"详寻前说，因观浑仪，研求其意"以后，更加具体地概括浑天说的观点。他说："天形正圆，而水居其半，地中高外卑，水周其下。言四方者，东曰旸谷，日之所出，西曰濛汜，日之所入……四方皆水，谓之四海……南北两极，相去百一十六度三百四分度之六十五强，即天径也……从北极扶天而南五十五度强，则居天四维之中，最高处也，即天顶也"[15]。应该说，这番话是比较全面的。

——在张衡以后，葛洪和祖暅都对浑盖之争作过总结。葛洪在批判王充的观点以后说："浑天之理，信而有征"[16]。祖暅考虑到"自古论天者多矣，而群氏纠纷，至相非毁"的情况，经过"窃览同异，稽之典籍，仰观辰极，傍瞩四维，见日月之升降，察五星之见伏，校之以仪象，复之以晷漏"，也得出"浑天之理，信而有征"的结论[17]。

从张衡到祖暅，前后四百年，可以说是浑天说的全盛时期。这一时期的主要特点，是浑天说的"天出入水中"的观点和"阳城为中"的观点得到充分的发展和渲染。我们知道，这些观点同平面大地有血肉联系，因而都是错误的。因此，浑天说迟早会衰落下去。

四、浑天说的衰落

浑天说从全盛时期到衰落时期，有一个重要人物，他就是

祖暅.他曾经热情地设法为浑天说测定地中的准确位置,也曾经说服梁武帝萧衍行用其父祖冲之(429—500)的《大明历》,却未能说服他相信浑天说.后者在公元525年前后,曾经在长春殿举行过一次关于宇宙学说的讨论会.这次会议的基调是"全同《周髀》之文",而且它的目的是"以排浑天之论"的[18].我们无法查得当时的会议资料.但是,可以相信,浑天说的一统天下已经宣告结束,因为它的反对派已经活跃起来了.

为什么会出现这样的局面?我们知道,错误的观点迟早会露出马脚.祖暅对于浑天说的地中观点的发展和渲染,把这一观点的荒谬性质暴露无遗,实际上起着动员群众反对浑天说的作用.这是因为,祖暅的那套似乎复杂而且细致的测量方法,可以证明,任何地点都是当地的南北线和东西线的交点,也就是说,都是地中.这就动摇了"阳城为中"的观点以及浑天说本身.我们知道,梁武帝萧衍(502—539年在位)是一个多才多艺敢想敢做的皇帝.可以相信,祖暅只能使他采用先进的历法,而无法使他接受已经出现漏洞的浑天说.很可能,长春殿的讨论会是在这样的背景下进行的.

我们知道,浑天说的要害是平面大地.天地相连的观点,"阳城为中"的观点,北极出地三十六度的观点,都是平面大地的具体反映,必将在浑天说的衰落过程中被否定.这是不可抗拒的历史潮流.事实上,历史的车轮也是这样前进的.那么,它们是怎样被否定的呢?

——天地相连的观点,就是浑天家深信不疑和反复强调的"天出没水中"的观点,也就是日出于旸谷,日入于濛汜的观点.这种观点必然由于宇宙视野的扩大而遭到否定.任何人都可以在长途旅行中做到这一点.在我国历史上,一个突出的实例就是往来于东海之滨和西域地区之间的商人.他们发现,西域所见的太阳和月亮,并不比东海之滨所见的大一些,

从而动摇了天地相接的观点.[19]但是,要彻底否定这一观点是很不容易的. 这是因为,不管人们跑到什么地点,天和地的直觉印象还是相互连接. 同南北朝何承天(370—447)的"天形正圆,而水居其半"[20]相比,宋代王应麟(1223—1296)所引的"土石(即陆地)之外,水接于天"[21],元代赵友钦的"天如蹴球,内盛半球之水"[22]和明代黄润玉的"盛半胞水"的"猪尿胞"[23],并没有本质的差异. 但是,何承天的"言四方者,东曰旸谷,日之所出,西曰濛汜,日之所入"[24]的说法,毕竟已经消失,而这种情况的出现,似乎没有引起人们的注意.

——"阳城为中"的观点的消失,也不大引起人们的注意,却留下具体的记录.我国历法从东汉《四分历》开始,一般都有二十四气的中影长度的数据.这些数据确是阳城的实测数据.却被笼统地称为"晷影",被看作是代表世界的[25]. 但是,到一行(683—727)手中,这一套实测数据被改称为"阳城日晷"[26],这就是说,这一套数据只能代表阳城一地,而不能代表全世界. 这样,阳城的唯我独尊的地位,也就成为历史陈迹. 以后,宋代历法以浚仪(开封)的岳台取代阳城[27],元代的《授时历》以大都(北京)取代阳城[28],明代的《大统历》以应天府(南京)取代阳城[29]. 这样,浑天说的"阳城为中"的观点就被彻底否定了.

——"北极出地三十六度"是一种定量的表述. 因此,对于这一观点的否定或怀疑,都不应是含糊不清的,在历史上有过一番议论. 按照我国古人的理解,"北极出地"是指天空中永远可见的圆形区域的半径,而不是指地面上的仰角. "北极出地三十六度"是同七十二度的"常见不隐"的"上规"等价的,意即距北极三十六度以内的天空区域,在周日运动中始终在地平以上. 因此,在浑天家的心目中,"北极出地三十六度"是全世界适用的常数.

在今天看起来，三十六度的"北极出地"和尺有五寸的"阳城中影"(指夏至中影)是等价的，都因纬度而不同. 但是，在我国古代，人们只知道中影的地方性和"日影千里而差一寸"的规律. 在这个问题上，僧一行的高明之处就在于：他能够打破历史传统，把北极出地和中影长度都看成是地方性的. 因此，他在编订《大衍历》的过程中，不但测定中影长度，而且测定北极出地的数据. 他的历史功绩不但是打破"日影千里而差一寸"的规律，而且是发现北极出地的南北差异. 他在自己的著作中特别提到交州的测量结果. 他说："交州望极，才高二十余度……大率去南极二十度以上之星则见". 他以交州地区能够看见"浑天家以为常没地中"的明亮恒星的事实，批判浑天说的"北极出地三十六度"的不变性，并且说："果以为浑天耶，则北方之极寖高"[30]. 如果说浑天说是正确的，那么，它就无法解释北极出地向北逐渐增加的事实.

在唐代以后，人们把北极出地的因地而异，看成是理所当然的. 其中，沈括(1031—1095)在《浑仪议》中说："南北才五百里，则北极辄差一度以上"[31]. 郭守敬(1231—1316)在编订《授时历》过程中，曾经实测了二十七个地点的北极出地；它们跨纬度达五十度之多[32]. 这样，浑天家的关于北极出地的普适常数(三十六度)就被彻底地否定了.

我们知道，浑天说把地面看成圆形平面. 对于圆形平面来说，"阳城为中"的观点和"北极出地"的不变性，都是合情合理的. 因此，这两条的否定，应该导致大地球形的发现和浑天说的破产. 但是，根据现有史料，我国天文学家并未发现大地的球形；在许多近代天文史家的心目中，古代的浑天说也未曾破产.

为什么我国未能发现大地的球形？这是因为，我国古代没有把太阳光线看成平行光线，而把它看成辐射光线. 在辐

射光线的前提之下，北极出地的地区差异，得不出大地呈球形的结论。反之，在平行光线的前提之下，"日影千里而差一寸"的命题，就可以推出地面是曲面的结论。在我国历史上，僧一行只是以"三百五十一里八十步而极差一度"否定"日影千里而差一寸"[32]，并且以"北极出地"的可变性否定它的不变性，却没有从根本上否定"辐射光线"的前提，也没有把"极差一度"理解为地面上的度数，因此，他并不理解，他和南宫说在公元 724 年所做的测量工作，实际上就是地球子午线的测量，就象哥伦布并不了解他所发现的陆地是美洲一样。

为什么浑天说在许多天文史家中并未破产？这是因为，从清朝初年的《明史·天文志》的作者到今天的许多天文史家，都以望文生义的方法理解张衡的《浑天仪注》中的"天如鸡子，地如鸡中黄……天表里有水"，认为张衡和一切浑天家所说的"地"，本来就是蛋黄那样的球体[33]。其实，张衡的"地如鸡中黄"中的"地"，《畴人传·多禄某传》的"地与海共为一球"[34]中的"地"和《畴人传·利玛窦传》的"地与海而合一球"[35]中的"地"，都相当于宋人王应麟所说的"土石之外，水接于天"中的"土石"，是指狭义的地，即陆地。

我们知道，陆地无所谓球形与否的问题。用蛋黄比方陆地，这是张衡的不足。但是，看到"地"就认为是地球，而不知道古代的"地"往往是指同水(海洋)相提并论的陆地，这应该归因于望文生义的研究方法。

总之，浑天说是一种地方性的宇宙学说。它的基本观点符合人们的直觉印象，在历史上曾经能够取信于人。同时，它有地区局限性，当然随着宇宙视野的扩大和球形大地的发现而衰落下去。今天，有谁还相信这样的宇宙结构：大地是一个圆面，阳城(或观测地点)是大地的中心，天和地在远方相互连接，日月出没海中？

参 考 文 献

[1] 详见金祖孟著《重新评价浑天说》，载《天文学哲学问题论集》(人民出版社，即将出版)。
[2] 详见金祖孟著《重新评价盖天说》，将在《天文学报》发表。
[3] 《历代天文律历等志汇编》(中华书局，1976—1977，下文简称《汇编》)第一册《续汉书·天文志》，第113页。
[4] 《慎子》。
[5] 《汇编》第二册，《宋书·天文志》，第293页。
[6] 《汇编》第二册《隋书·天文志》，第554页。
[7] 《汇编》第一册，《晋书·天文志》，第167页。
[8] 《汇编》第一册，《续汉书·天文志》，第113页。
[9] 《汇编》第一册，《续汉书·律历志》，第1530—1531页。
[10] 《汇编》第二册，《隋书·天文志》，第544—545页。
[11] 《汇编》第一册，《晋书·天文志》，第167，170页。
[12] 《汇编》第一册，《晋书·天文志》，第173页。
[13] 《汇编》第二册，《宋书·天文志》，第294页。
[14] 《汇编》第二册，《宋书·天文志》，第293页。
[15] 《汇编》第二册，《隋书·天文志》，第549—550页。
[16] 《汇编》第一册，《晋书·天文志》，第170页。
[17] 《汇编》第二册，《隋书·天文志》，第552页。
[18] 《汇编》第二册，《隋书·天文志》，第545页。
[19] 转引自李之楼《人类对地球的认识和改造》，载《红旗》杂志1974年第三期，并见《科学史论文集》(上海人民出版社，1975)。
[20] 《汇编》第二册，《宋书·天文志》，第294—295页。
[21] 《玉海·总叙浑天》。
[22] 阮元《畴人传》(商务印书馆，1957)卷二十八《赵友钦传》。
[23] 黄润玉《海涵万象录》。
[24] 《汇编》第二册，《宋书·天文志》，第294—295页。
[25] 《汇编》第五册，《续汉书·律历志》，第1531—1533页。
[26] 《汇编》第七册，《新唐书·历志》，第2236—2238页。
[27] 《汇编》第八册，《宋史·律历志》，第2657页。
[28] 《汇编》第九册，《元史·历志》，第3405页。
[29] 《汇编》第十册，《明史·历志》，第3650页。
[30] 《汇编》第三册，《新唐书·天文志》，第714—718页。
[31] 《汇编》第三册，《宋史·天文志》，第802页。
[32] 《汇编》第四册，《元史·天文志》，第1193—1195页。
[33] 《汇编》第三册，《新唐书·天文志》，第715页。
[34] 阮元《畴人传》(商务印书馆，1957)卷四十一。
[35] 阮元《畴人传》(商务印书馆，1957)卷四十二。

中国古宇宙论研究成果综述

金 祖 孟

近人关于中国古宇宙论的争论，主要是浑天说和盖天说的评价问题，特别是浑天说是不是地圆说的问题．在历史上，人们普遍认为浑天说比盖天说先进．西方的地圆说于明末传入中国以后，清初编写的《明史》在“天文志”中提出：

观点① 浑天家的“天包地如卵裹黄”就是中国古代的地圆说；浑天说的地是球形的．

在1943年，日本能田忠亮在《东洋天文学史论丛·汉代论天考》(恒星社)中，同意观点①，并提出：

观点② 天圆地方说是“第一次盖天说”．

观点③ 《周髀》所阐明的盖天说是“第二次盖天说”．

在解放后的1955年，我国天文学界前辈陈遵妫先生在《中国古代天文学简史》(上海人民出版社，1955)中，接受了这三个观点，并且提出：

观点④ “周髀家认为：地是平而遥远的；它是指一边八十一万里的正方形．”

在这以后，观点①广泛地出现在科学家传记、历史课本和范文澜的《中国通史》(1964年版440页)内．同时，观点②③④也被天文史家所接受．但是，天津市中国人民银行的唐如川对观点④和①先后提出异议．他先在《天文学报》第五卷(1957年)对观点④提出异议：

观点⑤ 《周髀算经》中的“八十一万里”是圆的直径，而不是正方形的边长．他又在《科学史集刊》第五期(1962年)

对观点①提出异议：

观点⑥ 包括张衡在内的浑天家主张天圆地平，并不认为"地是球体"或"天地俱圆"。

唐如川的论文和观点在国际上得到广泛的支持。美国著名科学史家席文（N. Sivin）教授在1984年9月12日的来信中说："我不知道在中国以外知名学者之中，有谁会不同意唐如川先生的观点"。

日本的中山茂在英文《日本天文学史·古代中国宇宙论》（美国哈佛大学出版社，1969年）中提出：

观点⑦ 浑天说"并无球形大地的观念"，"鸡中黄"表示大地的位置，而不是它的形状。

观点⑧ 南宫说的测量活动，并未引起关于地球形状的猜想。

英国伦敦大学库伦（C. Cullen）教授于1976年发表《中国的平面大地的埃拉托色尼》一文，提出：

观点⑨ 中国古代学者所反对的是大地呈正方形的观点，而不是大地是平面的观点。

观点⑩ 南宫说是"中国的平面大地的埃拉托色尼"。

进入八十年代以后，对于观点①的反对或怀疑意见，重新抬头。而且，新的形势完全不同于唐如川当年孤军作战的情况。其中有：

在1981年，《天文史话》（刘金沂主编，上海科技出版社）婉转地反对观点①，也就是对观点⑥的支持。它提出：

观点⑪ 浑天说对大地形状未能达到正确的认识。

观点⑫ "地如鸡中黄"只是"一句形象的比喻"，并"没有明确说明地球是球形的"。

观点⑬ "地中"之说是平面大地所带来的麻烦。

在1982年，《中国科学技术史稿》（科学出版社，杜石然

等)在支持观点③的同时,提出:

观点⑭ 张衡的"天表里有水"等说法,是一个"重大的缺欠"。

在1983年,宋正海和陈传康在《自然辩证法通讯》第一期中,表示倾向于认为浑天说的地是一个平面,并且提出:

观点⑮ 在中国古代,所有有关大地形状的地理科学(如测量、地图等)都是从地平观念出发提出问题和解决问题的.

在1984年,金祖孟完成包括十四篇论文的《古宇宙论研究专辑》(征求意见稿,华东师大地理系油印). 这些论文从不同的角度,讨论浑天说和盖天说及其相互关系的问题,提出同1980年以前的流行看法针锋相对的观点.

关于浑天说和盖天说的关系问题,金祖孟提出:

观点⑯ 浑天说和盖天说不是势不两立的,而是相互补充的. 因此,浑盖之争的合理解决,不是你死我活,而是各得其所.

观点⑰ 浑天说是一种地方性宇宙学说. 它以局部地区的天象观测为依据,以观测地点为大地中心,以天圆地平和天地连接为显著特征.

观点⑱ 盖天说是一种世界性宇宙学说. 它以广大地区的天象观测为依据,以地球北极为大地中心,以天地平行和天地分离为显著特征.

观点⑱ 历史发展的过程是从浑天说到盖天说,是从家乡中心说到北极中心说,二者都不是地球中心说,因为当时还没有球形大地的观点.

观点⑳ 浑天观点符合直觉印象,容易取信于人,因而在历史上占有优势. 反之,盖天观点涉及全世界,只能通过合理的想象加以理解,无法用单站观测加以证明,因而曲高和寡.

金祖孟重点讨论了浑天说,从更加广泛的角度论证浑天

说的地只能是一个圆形平面．他提出：

观点㉑ 张衡“地如鸡中黄……天表里有水”中的地是同水(海洋)并提的，是指狭义的地，即陆地，无所谓球形与否的问题．把古人的陆地之“地”当作现代的地球之“地”，实属张冠李戴．

观点㉒ 浑天说的海面把球形天空分成上下两半球，显然是一个平面，因而同地圆观点背道而驰，因为球形大地所要求的地面是球面．

观点㉓ 浑天家认为，大地有中心(阳城)，日月出入海洋，天地相互连接，北极出地为常数．所有这些都表明浑天说的地面是平面．

观点㉔ 我国古代并未把“地如鸡中黄”看成地圆学说；历史上的浑盖之争，也不曾有过地圆与否的争论．

观点㉕ 僧一行以交州所见“老人星下，列星灿然，……乃浑天家以为常没地中者也”，证明北极出地和南极入地并非常数，为浑天说打开第一个缺口．

观点㉖ 宋黄裳在《天文图》说明中以“天圆而地方”和“土石(陆地)之外，水(海洋)接于天”，概括浑天说的天地关系和宇宙结构．

观点㉗ 《明史·天文志》在确知大地呈球形的情况下，在历史上第一次以“地如鸡中黄”附会西洋的“地体浑圆”．

观点㉘ 我国古代在否定北极出地的不变性的时候，没有提出球形大地的观点．其原因在于：我国古代根据对于天高和地广的理解，不知道到达地球的太阳光线实际上是平行光线．

金祖孟还认为，不同的学术观点，来源于不同的研究方法．目前，1980 年以前的“张衡地圆说”和“抑盖扬浑”的一统天下，显然已经被打破．但是，新观点要得到社会的承认，首

先要让社会接受新的方法论. 在这方面,金祖孟提出了:

观点㉙ 古宇宙论的研究,要以辩证唯物主义的基于实践、逐步深化的认识论为指导思想,要明确宇宙的认识必须以天象观测为基础,必然是由局部到整体的.

观点㉚ 要把浑天说和盖天说的来自不同历史文献的各种观点,分别看成相互协调(而不是相互矛盾)的整体,以免望文生义.

1984 年 11 月,中国科技史学会和中国地质学会在桂林联合举行地学史学术会议. 在会议的第六组(地学思想史组),有五篇论文讨论浑天说的或中国古代的地球观. 其中,

金祖孟的《试评"张衡地圆说"》提出:

观点㉛ 以"地如鸡中黄"为唯一依据的"张衡地圆说",一不符合张衡原意,二不符合浑天观点,三不符合历史发展,因而不是真正的地圆说,而是地地道道的地平说.

王立兴的《浑天说的地形观》提出:

观点㉜ "千里差一寸"的公式,是浑天说和盖天说共有的.

观点㉝ 古代的浑象和浑仪,都把地面看成平面.

观点㉞ 任何一个浑天家都不曾提出球面大地的想法.

宋正海的《中国古代传统地球观是地平大地观》提出:

观点㉜ 由中国古代的地图系统、子午线测量、远洋航行和潮汐成因理论,可以肯定中国传统地球观是地平大地观.

郭永芳的《西方地圆说在中国》提出:

观点㊱ 西方地圆说传入中国以后,中国学者表示强烈反对,或者以中国文献附会西方科学.

李志超和华同旭的《论中国古代的大地形状概念》提出:

观点㊲ "天圆地方"之说,并不是天地结构模式,而是古人对天和地的描述.

观点㊳ 从我国古代历史发展的具体情况来看，浑天说的大地应是水平面的.

观点㊴ 古代中国人之所以未能产生地圆说，主要是因为传统的天地无限大观念束缚了人的思想.

在小组讨论会上，陈传康提出：

观点㊵ 古代西方有地圆说，而中国古代则没有. 其原因在于：希腊、罗马是海洋国家，而中国是大陆国家.

我们相信，通过讨论，可以明辩是非，提高认识. 到目前为止，一些问题已经十分清楚，而另一些问题还很不清楚，显然还存在着思想混乱. 希望有关方面都以宽广的胸怀对待不同的学术观点，有关学报更应该以党的双百方针为指南，以繁荣科技史研究为自己的光荣职责.

朱载堉的历法及历学见解

王 宝 娟

一

朱载堉是明代著名的数学家、天文学家和音乐理论家。生于公元 1536 年，大约死于 1610 年。他的父亲朱厚烷为明朝贵族郑恭王。后因统治阶级的内部矛盾，获罪入狱。朱载堉对当时的政治腐败不满，在其父入狱期间，筑土室于宫门之外，独居十九年，潜心研究律学、数学、天文历法和舞蹈。直至其父获释，才回到王宫里。其父死后，朱载堉不肯承袭爵位，决心继父遗志，发愤著述。他一生的著述包括音乐、舞蹈、数学和天文历法等内容的书数十卷，均为重要的文献，语多精辟独到之处。

朱载堉在乐律理论方面的成就，笔者曾著《朱载堉的乐律理论》一文专门论述。本文仅叙述他在天文历法方面的研究工作。

二

明太祖吴元年，颁行刘基的《戊申大统历》，洪武元年（公元1368 年）改太史院为司天监，又设回回司天监，征召元太史院使张佑、回回司天太监黑的儿等共十四人，和回回司天台官郑阿里等十一人至京议论历法。洪武三年（公元 1370 年）改司天监为钦天监，设天文、漏刻、大统历、回回历四科。洪武十七

年（公元 1384 年）提升漏刻博士元统为监令，主撰《大统历》。该历全部因袭《授时历》而独去其百年消长之说．以洪武十七年甲子为历元名为《大统历法通轨》．二十二年（公元 1389 年）改监令、丞为监正、副．二十六年（公元 1393 年）监副李德芳知取消岁实消长之法不妥，建议复用辛己为元及消长之法，没有被采纳．明宪宗成化十年（公元 1474 年）以后，预测日月食往往不灵验，朝廷上议论纷纷，要求改历的呼声很高．自成化十七年（公元 1481 年）至明武宗正德十五年（公元 1520 年）三十九年间，先后建议改历的有俞正己、张升、朱裕、周濂、郑善夫等人，但都遭到反对，理由为祖制不可变．明世宗嘉靖二年（公元 1523 年）光禄少卿华湘请求暂罢朝参，督中官正周濂等，于冬至前到观象台昼夜观测，积累记录资料至明年冬至．另建议礼部征召精通理数者到京师，"详定岁差，以成一代之制"．而另一位光禄少卿乐頀则反对，谓历不可改[1]．朱载堉就是在这样的历史背景下，对历学作了精心的研究，著有《律历融通》一书，并于明嘉靖三十三年（公元 1554 年）和万历九年（公元 1581 年），先后制订了《圣寿万年历》和《黄钟历》．

朱载堉在明万历二十三年（公元 1595 年）进《圣寿万年历》．他在奏疏中说："……尝取《大统》与《授时》二历较之，考古则气差三日，推今则时差九刻．夫差虽九刻，处夜半之际，所差便隔一日．节气差天一日，则置闰差一月．闰差一月，则时差一季．时差一季，则岁差一年．其失岂小小哉？盖因《授时》减分太峻，失之先天；《大统》不减，失之后天．因和会两家，酌取中数，立为新率，编撰成书，大旨出于许衡，而与衡历不同．黄钟乃律历本原，而旧历罕言之．"

朱载堉在这里叙述了他考证古今二十五种历书的日食，并把《授时历》和《大统历》作了比较之后，认为两历的岁余消长数，不是过于大就是过于小．因此取两家的折中数创立新

率，编撰成书．大致用了许衡的方法而又与衡术不同．朱载堉用他的新法推算尧时冬至日躔宿次，与何承天、一行所推的符合．"新法则以步律吕爻象为首．尧时冬至日躔宿次，何承天推在须、女十度左右，一行推在女、虚间，元人历议亦云在女、虚之交．而《授时历》考之，乃在牛宿二度．《大统历》考之，乃在危宿一度．相差二十六度，皆不与《尧典》合．新法上考尧元年甲辰岁，夏至午中，日在柳宿十二度左右，冬至午中，日在女宿十度左右，心昴昏中，各去午正不逾半次，与承天、一行二家之说合． 此皆与旧历不同之大者……"[2]． 现以表示之如下：

	朱载堉	何承天	一行	元人历议	授时术	大统术
尧时冬至日躔宿次	尧元年甲辰岁夏至午中日在柳宿十二度左右，冬至午中日在女宿十度左右	须女十度左右	女、虚之间	女、虚之间	牛宿二度	危宿一度

朱载堉认为《授时历》和《大统历》所推尧时冬至日躔宿次相差二十六度，都不符合尧典．

朱载堉的《圣寿万年历》以嘉靖甲寅岁（公元1554年）为历元．元纪四千五百六十，期实一千四百六十一、节气岁差一秒七十五忽，岁周气策无定率，各随岁差求而用之．

朱载堉说："授时考古，于百年之际顿加一分，于理未安"．他认为《授时历》的百年增加一分的计算方法差距很大，而主张从秒算起，从一秒到二秒之间取一个中数，方法为"置定距自相乘，七因八归，所得百，约之为分，得一秒七十五忽"．他的《圣寿万年历》以嘉靖甲寅为近元，根据殷历四分法八十章为一元之纪，取四分岁实之数，立消长之法，以求随时岁实．

例如，嘉靖甲寅自元纪四千五百六十年以来，每年减一秒

七十五忽，应减七千九百八十秒，以减四分岁余二十五刻，则得嘉靖甲寅岁二十四刻二十分二十秒．即其岁实为三六五·二四二〇二〇日．

《黄钟历》的岁实为三六五·二四一九七五日（比《圣寿历》更小）．它的历元为万历辛已，自至元辛已以来三百年，每年减一秒七十五忽，三百年应减五分二十五秒，根据《授时历》岁余二十四刻二十五分，则得万历岁余二十四刻十九分七十五秒．

为了便于和《授时历》对照，现将三历的主要内容列表如下：

	授时历	圣寿万年历	黄钟历
历元	至元十八年辛已	嘉靖三十三年甲寅	万历九年辛已
岁实	365.2425	365.2420	365.241975
朔策	29.53059300	29.53059300	29.53059300
气应	550600	556089（称气应为律应）	
闰应	201850	193619	
周天	365.2575	365.2575	365.2575
岁差	1分50秒	1秒75忽	1秒75忽
周应	3151075（自虚七度至箕十度之数）	28645（自箕十度至角初度之数）	
转终	27.5546	27.5546	27.5546
转应	131904	75034	
交应	26018786	204734	

表内其朔策、转终、交终及五星周期等数据都和《授时历》相同，惟气闰诸应，略有改变．

三

值得提出的是朱载堉在另立岁实消长方法中提出先相减

后相乘的算法，较《授时历》详细．它与唐朝边冈的“崇元术”立先相减后相乘的算法，宋代杨忠辅的“统天术”立斗分差，以距差乘躔差、减气汛积得定积，以及郭守敬用“统天术”百年消长一分法相比较，它们之间有什么因果关系呢？

据《新唐书历志》(卷三十下)记载：

“昭宗时，《宣明历》施行已久，数亦渐差，诏太子少詹事边冈……改治新历，然术一出于冈．冈用算巧，能驰骋反覆于乘除间．由是简捷、超径、等接之术兴，而经制、远大、衰序之法废矣．……景福元年，历成，赐名《崇玄》．气朔、发敛、盈缩、朓朒、定朔弦望、九道月度、交会、入蚀限去交前后，皆大衍之旧．余虽不同，亦殊涂而至者”．边冈首创的“先相减，后相乘”的算法，十分简捷、方便．用这种方法求黄道月度，均以二因自乘入算，犹如现在的平方法．后世的历法如《统天历》和《授时历》均采取此法求黄道宿度、晷漏消息及日食东西南北差数等．清代的李锐讲《授时历》的平、立、定三差用此法，数值更加精密了．阮元在《畴人传》中评价“边冈之术善矣”．朱载堉在历法中采用了“先相减，后相乘”的算法，显然是源出于边冈的崇元术．

我国古代历法采用的高位数字的上元积年法，给演算工作带来很大的麻烦．对此，后秦的姜岌、唐代的傅仁均等都曾不用上元，但因受到批评而又复用上元．唐朝的曹士蔿在他的《符天历》中首先去掉虚立的上元，被当时讥笑为民间小历，难登大雅之堂． 后晋的马重绩曾效此法，亦被视为荒唐．宋朝的杨忠辅对此深感有改革的必要．在他的《统天历》中采取了截元近距，为了避免人们讥笑攻击，仍虚立上元策法，实际上已废除了积年日法．这在计算上已大为简便，为元朝的《授时历》开了先例．杨忠辅认识到岁实有消长，始立斗分差，以斗分乘距差，暗藏加减之法，约百年加减一分零六秒弱．虽

然当时测定的岁实不够精确，然而这是他的创造。

杨忠辅的《统天历》推天正经朔，有百五乘距算，退位减之之法，即每岁须减一〇·五，则每月减〇·八七，其朔实为三五四三六七·二三，以策法除之，应得朔策为二九·五三〇五九四一六。

郭守敬在他的《授时历》中，暗用统天术，并更进一步，不但不用上元积年，而且取消了作为回归年、朔望月的共同起点的近距历元。直接以至元十八年辛巳岁（公元 1281 年）天正冬至为历元，根据实测，确定了当年的气应、闰应、转应、交应等各项数据。其岁余和统天历的岁余相同，而立百年消长一分的办法，但是《统天历》是逐年迭差的，而《授时历》则以百年为限。

现将《统天历》、《授时历》和朱载堉的《圣寿万年历》及《黄钟历》的岁实消长数和推算方法列表如下：

历　　名	历岁消长数及推算方法
统天历（杨忠辅）	365,242,500 减 2.12 距差（从绍熙五年甲寅即公元 1194 年起算）
授时历（郭守敬）	365,242,500 减 2.00 距差（从至元十八年辛巳起算）
圣寿万年历（朱载堉）	365,250,000 减 1.75 距差（从嘉靖甲寅前 4560 年起算）每年减一秒七十五忽，应减四分历岁余二十五刻，岁实为 365.242020 日
黄钟历（朱载堉）	365242500 减 1.75 距差（从万历辛已前 300 年起算）自至元辛已以来三百年，每年减一秒七十五忽，三百年应减五分二十五秒，即得万历岁余为二十四刻十九分七十五秒，即岁实为 365.241975 日

从上述资料看来，朱载堉是吸收了前代历法革新家的先进方法来创造自己的历法的：

1. 采用了边冈《崇元历》的先相减，后相乘的简捷算法；

2. 采用杨忠辅的截元近距，以历元所距年积算为汛距“来

加往减"元纪为定距，期实乘之，四而一为汛积，即定距 × 期实 ÷ 4 定距自相乘；七之，八而一，即$(定距)^2 \times 7 \div 8$为节气岁差，改变《授时历》百年增加一分的计算方法。用减汛积为定积，以所定积与次年定积相减，接受了宋杨忠辅《统天历》关于回归年长度变化的说法；

3. 采用《授时历》的直接废除上元积年和截元近距，直接以嘉靖三十三年甲寅为纪元。在《授时历》的基础上进行创造等等。

四

此外，朱载堉对日躔、候极、晷漏、日月食等均有他自己的见解：

1. 日躔　认为古历推算日躔和中星时往往忽略了夏时周正的差异，在于夏历以节气为主，周历以中气为主。"何承天以正月甲子夜半合朔雨水为上元，进乘夏朔，退非周正。故近代推《月令》、《小正》者，皆不与古合"。他说他曾经以新法岁差，考查《尧典》中所谓四仲月，原来是自节气开始到中气而终，三十日内的中星。后世历家执着于二分二至，亦是错误的。

2. 候极　他说自汉至齐、梁都讲纽星不动，祖暅测纽星去极一度多。自唐至宋又测纽星去极三度多，元志又说是三度，没有一个定论。于是他主张不测纽星而以日景测验。"在正方案上，周天度内权指一度为北极，自此右旋数至六十七度四十一分为夏至日躔所在。复至一百一十五度二十一分，为冬至日躔所在。左旋，数亦如之，四处并中心各识一针，于二至日午中，将案直立向南取景，使三针景合，然后悬绳界取中线，又取方十字界之，视横界上距极度分，即极出地度分"。

3. 晷漏　对前人测验晷漏的结果表示怀疑，主张测验晷漏应考虑地理纬度和人为的误差等因素。

4. 日月食　议论日食，分天之交限与人之交限，有南北东西，距午、时间诸差。他以黑白丸譬喻地球、月亮说明月食无时差，指出唐纪元历立时差，授时历采用此说是错误的。

他讲日食无十分之理，"日体大于月，月不能尽掩之，或遇食既，而日光四溢，形如金环，故日无食十分之理。虽既亦止九分八十秒。授时历日食，阳历限六度，定法六十。阴历限八度，定法八十，各置其限度，如其定法而一，皆得十分，今于其定法下各加一数，以除限度，则得九分八十余秒也"。他以授时阴历食限定法，各加一数，使全食至多不过九分八十秒，是误认日环食为日全食的缘故。

5. 五星　他指出前代修历没有实测天体的运动，仅满足于修改旧法。主张于五年之内，每夜昏晓夜中实测月亮和五星所在的度数，并作记录，其中除去阴云昼见的日数外，可得三年的观测记录，然后加以分析计算等等[3]。

上述见解，是朱载堉在经过多年钻研历法和进行科学实验而得出的心得体会。他主张以科学实验的方法来测验天体的运动，积累至少五年的观测资料加以分析计算，并且参考吸收前人历法的优点来制订历法，是有道理的。

然而，他的《圣寿万年历》呈给皇帝后，虽然得到皇帝的奖赏，却没有颁布实行。后来进的《黄钟历》仍然没有被采用。

深受封建传统思想束缚的朱载堉，不敢在历法上有所突破，而只在前人的历法基础上加以改良。《圣寿万年历》和《黄钟历》的岁实过于小，是因为朱载堉没有得到精密的回归年长度，仅仅凭古代四分法及改历的文字，虚拟消长的数字，以符合古历，而忽略了四分岁实很不精确，授时历所用的基本数据已差，所以岁实也不够精确这一事实。朱载堉的消长率又是约

略增减的数，不符合实际观测，用以所推的岁实亦有误差.

在《律历融通》中可以看到朱载堉的地形观，他说："浑天家说天体正圆，状如鞠毬，内少半盛水，中间浮一叶，譬之地也，元气运天，左旋不已，而地常平，为水所载故也. 人处地上不当天半，地上天多，地下天少，何以知之，以日月之近大而远小，星度之高密而低疏知之也，然地平既在天半之下，而仰观上见周度之半者，天远似乎低地平与之相妨，人目可不尽见也". 他仍然相信地上有大半个天球壳，地下有小半个天球壳的说法，同意桓谭、关子阳、赵友钦等人的地中低于天球壳的球心，地上天多的理论. 其实，这种说法早有张衡、束皙、姜岌、祖暅等人提出过合于科学的有力反证.

此外，朱载堉对宋代待旦十刻制，五更短于常规五更，以及明代民间把五更首尾各切掉半更也是反对的. 他说："…宋志云若依司辰星漏历减去待旦十刻即同禁中更漏，此毛诗所谓兴居无节，号令不时，……今人或以一更三点为更初，五更三点为更尽，则一更一点及五更五点皆在更点外，其法不知始自何时，要之当以昏末晨初为更点之始终方是，新法所推中星，月食、更点悉依古制，……"[4]. 他反对的理由仅是为了遵古，显得很是迂腐.

参 考 文 献

[1] 《历代天文律历等志汇编》(十)"明史历志一"，中华书局，第 3526 至 3529 页.
[2] 同上，第 3530 至 3536 页.
[3] 同上，第 3531 至 3536 页.
[4] 朱载堉 《律历融通》.

何承天——反对有神论的律历家

王 宝 娟

何承天，东海郯(今山东郯城县)人，生于公元370年(东晋废帝太初五年)，卒于公元447年(宋文帝元嘉二十四年)。在晋朝末期和南朝宋时，历任军政官府中的参军、衡阳内史、和御史中丞等职。元嘉二十四年，宋文帝密旨任命何承天为吏部侍郎(掌管全国官吏的任免、考核、升降和调动等事务的官署副长官)，因泄漏密旨而被降职免官。

何承天是南朝初期著名的天文学家、律学家和无神论的思想家。在天文学、律学和哲学方面均有贡献。现简述如下：

一、天文学方面的成就[1]

何承天根据他舅父秘书监徐广的四十年天象观测记录和自己继续观测四十余年的资料，制定出优于十一家古历的《元嘉历》，为宋文帝所采用。《元嘉历》是建立在长期实测基础上、较为科学的历法，在历法史上堪称有创见和有特色。

1. 以晋虞喜发现的岁差现象证明尧典和两汉中星的不同。

何承天在《上元嘉历表》中讲："……尧典云。日永星火，以正仲夏。今季夏则火中。又宵中星虚，以殷仲秋，今季秋则虚中，尔来二千七百余年，以中星检之。 所差二十七、八度。则尧令冬至日在须女十度左右也。汉之太初历。冬至在牵牛初。后汉四分及魏景初法。同在斗二十一。臣以月蚀检之则

景初今之冬至应在斗十七”．他主张测中星以定岁差，以月蚀所在检验日宿．“……以月蚀所在，当日之衡，考验日宿，知移旧六度．冬至之日，其影极长，测量晷度，知冬至移旧四日……”．（见《隋书天文志》上）

2. 实测表影长度以定节气．

何承天以圭表测景，考校冬至和夏至日，发现景初历所定冬至和夏至已后天三日，并在《元嘉历》中作了改正．以寅月为岁首，寅月的中气——雨水为气首，《元嘉历》的历元，即定在正月朔旦夜半雨水的时刻．

3. 主张废除平朔，采取以定朔安排历日．

以定朔安排历日可能出现连着三个大月和连着两个小月的情况，这样就违反了相沿千百年来习见的大、小月相间，至多有两个连大月的现象．尽管在东汉时有人提出这个问题就遭到了反对，但何承天的革新思想促使他重提这个建议，当然也遭到了反对．这时何的年事已高，已无勇气坚持．只好撤回定朔的建议．可见，自古以来改革旧事物和旧习惯势力很不容易．此建议直到二百年后由唐李淳风来实现，在《麟德历》中采用定朔安排历谱．

4.《元嘉历》推五星断取近距，各设后元，不拘泥于同出一

水　星	115 日 $\frac{66725}{75696}$ 分日	与今测合
金　星	583 日 $\frac{48601}{50768}$ 分日	比今测小 $\frac{11}{100}$ 分日
火　星	779 日 $\frac{49625}{65360}$ 分日	比今测小 $\frac{17}{100}$ 分日
木　星	398 日 $\frac{83560}{95760}$ 分日	与今测合
土　星	378 日 $\frac{8965}{112480}$ 分日	比今测小 $\frac{1}{100}$ 分日

元，所测的数比古历精密．与今测较接近[2]．

5．为求得更精密的朔望月数值，创造了“调日法”

“宋世何承天更以四十九分之二十六为强率，十七分之九为弱率，于强弱之际以求日法，承天日法七百五十二，得一十五强，一弱”．何承天取 $\frac{26}{49}$ 为朔望月零数部分的强率，取 $\frac{9}{17}$ 为弱率．于强弱之际以求日法朔余，得日法七百五十二，朔余三百九十九． 这种不断调整强弱分数的方法名为“调日法”．为后世历家所广泛采用． 调日法的发明在数学上有一定贡献．但“调日法”的使用亦有局限性，因为天文数据实际上很少能用简单分数表达．

6．何承天认为“前代诸漏，春分昼长，秋分昼短，差过半刻，皆由气日不正．”因此建议春秋二分，昏旦昼夜漏各五十五刻．他发现春秋分晷影无长短之差，太阳出入不在正东西，而稍偏北．

他在《奏改漏刻箭》中说：“……今二至二分，各据其正，则至之前后，无复差异．更增损旧刻，参以晷影． 测定为经，改用二十五箭……”．

7．何承天对天和地的形状的观点是兼采浑盖两家的学说，即采用了浑天说的正圆天球壳和阳城地中，以及盖天说的“地法覆盘”的说法，认为地中高外低，是凸出水面的形状，因此地面高于天球心． 他说：“……有悟天形正圆，而水居其半，地中高外卑，水周其下，……四方皆水，谓之四海……”（隋书·天文志）．他是唯一的认为地面高于天球心的天算家．

二、律学方面的成就[3]

中国的律学研究随着音乐的发展和器乐的发达，也取得

新的成就，音阶和调式也大大丰富起来．三分损益法生律十一次后，不能回到出发律上，使十二律不能周而复始，给十二律“旋相为宫”的理想造成很大的障碍．我国历代的律学研究者对此进行长期的探索．汉朝京房和南北朝的钱乐之对这个问题的解决办法，是在三分损益法相生到十二律之后，继续往下生到六十律或三百六十律．生律越多固然有可能回到出发律上，但这个办法在演奏实践或乐器制造方面都会受到限制。

何承天精通律学，在探求新律，解决律制方面作出贡献。

《隋书·律历志》记载何承天的话：

“上下相生，三分损益其一，盖是古人简易之法．……后人改制，皆不同焉．而京房不悟，谬为六十．承天更设新率，则从中吕还得黄钟，十二旋宫，声韵无失．……”．何承天反对京房的一味增加律数的做法，而在十二律本身内调整各律的高度，使十二律中最后一律能回到出发律上．何因见从黄钟出发，生律十一次得仲吕，如再从仲吕生律一次就得到一个律，其长度为 $4.44\left(6.66\times\frac{2}{3}\right)$． 把 4.44 移低八度（即乘以 2）得 8.88．$9.00-8.88=0.12$．即生律十二次不能达到黄钟的长度，而比黄钟短 0.12，他就想把这个 0.12 分作十二次，分别加在五度相生的每一次相生上，即每次加 0.01．创造了最早的十二平均律，在中国律学史上迈出了可贵的新的一步，成为世界上最早用数学解决十二平均律的人． 尽管从理论上看来，何承天的新律不是准确的十二平均律，但在效果上，它十分接近十二平均律．从何承天创造最早的十二平均律之后，还经过一段漫长而曲折的探索时期，如隋朝的刘焯和五代时的王朴都一再在十二律本身内调整各律的长度，但成就都不及何承天，而刘焯还犯了科学技术上的错误．直到明代，才由朱

载堉完成了完全准确的十二平均律。

三、反对佛教思想的斗争[4]

南北朝时，佛教流传盛行，曾一度获得国教的地位。佛教寺院占有土地和劳动力，经济收入独立，形成僧侣地主阶级，并享有门阀士族地主阶级过多的特权，不断引起寒门庶族地主阶级反佛教的斗争。这斗争客观上反映了人民反对门阀士族统治的若干愿望，在一定程度上也符合人民的利益，因此，反佛教的斗争，比过去具有更深刻的社会内容和实际意义。

从理论上反对佛教的斗争，是围绕着神灭与神不灭；有无因果报应；有无轮回三方面的问题而展开的。基本问题是神灭与神不灭，这个问题解决了，佛教因果报应学说的基础也就动摇了。在这个问题上，杰出的无神论者范缜以比较完整的理论系统作根据，给佛教以致命的打击。何承天则是在范缜以前进行反佛教斗争的比较重要的无神论思想家之一。

何承天的科学精神和科学成就，促进了他的无神论思想。他以无神论和唯物主义观点对佛教思想进行了批判，曾参加了当时的《白黑论》之争中神灭与神不灭问题的论争。他的著作《答宗居士书》、《达性论》、《报应问》等即反映了他的反佛教的无神论的思想观点。其主要内容：

1. 反对佛教神学认为"有来生报应"和"轮回说"。

何承天在《达性论》中说："生必有死，形毙神散，犹春荣秋落，四时代换，奚有于更受形哉"。（人之生死，犹如草木之荣落，草木雕落没有来生，人死形毙神散，哪里会有来生呢?），又说"人以仁义立"，因此，人能"禀气清和，神明特达，情综古今，智周万物，妙思穷幽迹，制作侔造化"，与天地"相经而成"，和其他生物根本不同，有力地驳斥了轮回说。

2. 以科学精神和科学观察为基础，批驳了佛教报应说的斋戒放生，可以免罪致福等思想。从重实验的唯物主义认识论出发，以众所周知的客观事实，证明了因果报应的荒谬。

“夫鹅之为禽，浮清池，咀春草，众生蠢动，弗之犯也；而庖人执焉，尠有得免刀俎者。燕翻翔求食，唯飞虫是甘；而人皆爱之，虽巢幕而不惧。非直鹅燕也，群生万有，往往如之。是知杀生者无恶报，为福者无善应”。（见《报应问》）。“夫欲知日月之行，故假察于璇玑；将申幽明之信，直取符于见事。故鉴燧悬而水火降，雨宿离而风云作（古代天文学认为风雨与某些星象的运行有关）斯皆远由近验，幽以显著也”。何承天从自然现象方面对报应说的批判，丰富了戴逵的反因果报应思想，打击了报应说。

3. 与宗炳争论神灭与神不灭的问题。

他在《答宗居士书》中着重阐明下列两个问题。

（1）关于形神问题，他说：“形神相资，古人譬以薪火。薪弊火微，薪尽火灭；虽有其妙，岂斯独传？”（火不能离开薪而独传下，神也不能离开形而单独存在）。

（2）企图说明佛教不合中国需要。他说：“中国之人，禀气清和，含仁抱义，故周孔明性习之教；外国之徒受性刚强，贪欲忿戾，故释民严五戒之科”。何承天不敢反对儒家经典中的宗教鬼神思想，没有利用科学和实践来驳斥佛教的因果报应，仅抬出圣人之言作为攻击佛教的武器，显然是无力的，因而他的无神论不能贯彻到底。

然而，何承天反佛教的斗争，是难能可贵的，他和戴逵、刘峻等其他无神论者的反佛斗争反映了人民的利益。他们反对有神论的思想不愧为范缜思想的先驱。

综上所述，何承天以唯物主义的观点和科学态度，认识和解释天体运动的规律和自然现象，不人云亦云。在天文学上

注重实测，有所创新，是我国历史上反对有神论的天文学家。他的《元嘉历》除优于十一家古历外，而且和祖冲之的《大明历》一样，比同时代的二十余家历法更为优秀。他在律学和哲学等领域亦同样作出了重要的贡献。

参 考 文 献

[1] 《历代天文律历等志汇编》(二)，中华书局，第549页、563页、565页，1976年。

[2] 朱文鑫 《历法通志》，第118至119页。

[3] 缪天瑞 《律学》，第121页至122页，1983年。

[4] 任继愈 《中国哲学史》，第271至274页，1979年。

徐家汇天文台史料(1872—1962)

朱　楞

这里记载的是徐家汇天文台从创建到上海天文台建成的一段史料．佘山天文台原隶属徐家汇天文台，解放后分为两个单位，以后又合建为上海天文台，它的史料也一并记载．

一、解放前的徐家汇天文台(1872—1949)

徐家汇天文台，由法国天主教耶稣会于1872年创建，位于上海市徐家汇，北纬31°11′31″，东经121°25′43.″35，海拔7公尺．早期以气象工作为主，并从事天文、地磁工作．1900年，为拓展天文工作，在上海西南郊建佘山天文台，作为分台．不久，徐家汇台附近通行电车，地磁工作受到干扰，乃于1908年在上海西面菉葭浜另建菉葭浜天文台，从事地磁工作．1929年，菉葭浜台并入佘山天文台．

先后担任徐家汇天文台台长的是：能恩斯、蔡尚质、劳积勋、雁月非、矛若虚．担任佘山天文台台长的是：蔡尚质(1901—1924)、葛式(1924—1932)、卫尔甘(1932—1946)．担任菉葭浜天文台台长的是马德来．均系西方耶稣会传教士．

在建台到解放前的七十多年中，徐家汇台在天文、气象、地磁、地震等方面开展了许多工作．本世纪二十年代中期至三十年代中期是极盛时期，徐台成了东亚地区设备最先进、工作最有影响的天文、气象中心．在第二次世界大战中，大部分

工作陷于停顿，只坚持了少量工作。这一状况，一直到上海解放。

徐家汇天文台的工作，分为五个部分：

1. 航海气象报告中心

1884 年设立。在黄浦江的法国码头建有信号塔，与天文台有专线相通。专事向船舶报告标准时间与气象预报，特别是台风警报。它与 50 多个海岸气象站建立有联系，根据各方面提供的资料，每日出版两次气象图，绘出台风路线。曾对 1000 余次台风作出预报。

2. 气象研究部分

气象研究是徐家汇台的主要工作。当时气象仪器配备有：寇乌式标准水银气压表、鲁宾逊风向风速仪、荫蔽蒸发器、雨量筒、测云架、干湿球和最高最低气温表，以及地温井温表等。

徐台坚持日常观测，积累了大量资料。1873 年起，出版气象与地磁观测月报，共出 70 余卷。

1897 年，徐台组织了对长江上游的考察，收集气象资料。在商业组织和传教士的帮助下，建立了一批气象站，并和徐台建立了联系，定期向徐台报送资料。从而在较大范围内获得了气象资料，对气象研究提供很大帮助。考察后，刊布了有 54 张地图的《扬子江上游地图集》。

徐台对中国的气象作了很多研究，出版过多种论著，有《中国的气温》、《中国的雨量》、《远东的大气》、《1893—1918 年间 620 次台风行踪》、《1879 年 7 月 31 日台风》、《东亚气候图》、《中国气象学》等。

3. 时间部分

时间部分的设立，是为了加强对航海船队的服务。

当时配备的仪器有：法制 Gautier 中星仪一架（1884 年

购置)、90毫米邦贝中星仪一架(1907年购置)、80毫米帕兰中星仪一架、两台勒洛瓦天文摆钟和三台平时钟、无线电收发报机、录波器、自动化播时装置等.

徐台的测时是用中星仪对近2000颗恒星进行观测. 再用自己的和其他台站的观测资料比对天文钟. 天文钟置于恒温、恒压室中,每天误差在百分之一秒之内. 徐台对150余种时号,用无线电收报机配以录波器进行收录. 从1914年起,徐台用无线电、自动化播时装置发播时号和气象预报. 给出的时号精度为百分之一秒.

徐台在1926年和1933年,两次参加了国际经度联测.徐台是国际经度的三个基地之一(另外两个是阿尔及尔和圣地亚哥,彼此相距120度经度).

1939年起,徐台参加了国际时间局. 徐台按时寄送观测资料,国际时间局为徐台定出时号改正数.

徐台的时间工作,在三十年代前期列入国际先进行列.

4. 天文研究部分

1895年在徐家汇设立天文部. 1898年,大赤道仪从巴黎运抵上海. 为了拓展天文工作,1899年开始兴建佘山天文台,1900年建成.

当时配备的仪器有: 40厘米赤道式折射双筒望远镜一架,焦距7米. 10厘米小赤道仪一架,焦距1.5米. 还有彗星照相仪、太阳偏振镜、动丝测微器、目视分光镜和黑子照相仪等附属设备.

从事的研究工作有太阳观测、小行星工作和恒星、双星、新星和彗星等的观测研究.

太阳工作: 1904年起,利用40厘米折射望远镜做太阳研究,主要是黑子米粒组织的观测. 积累了12000多张太阳黑

子底片(可惜因保管不善，解放后接管时有四分之三已不能用)、7000多张日珥描图．1948年，装置了海尔型太阳光谱镜，但未能观测．出版的论著有《太阳黑子研究》、《太阳直径的照相研究》等．

小行星工作：对小行星曾作过大量观测和研究．对伏洛拉和匈牙利两群小行星，到1941年止已计算了160个小行星的摄动系数，对其中40颗定出了积分常数，作了轨道改进．作过木星对100多颗小行星轨道摄动的计算． 出版了《木星对小行星的普遍摄动》论文．小行星工作1942年后停顿．

对恒星、双星、新星和彗星等，都作过许多观测和研究．摄有天体照片3000多张．出版的论著有《包括14000颗星的在±0°50′范围内的区域星表》、《1122对赫歇尔双星的重测》、《1918年天鹰座新星的观测和研究》、《星团的照相研究》、《1910年哈雷彗星的照相观测和研究》等．

1930年开始，佘台应英国格林尼治天文台的邀请，参加月掩星观测的国际合作．每年两次寄送观测资料，供计算月亮黄经黄纬改正值之用．

1903年开始，徐台每年出版天文年历一卷． 到1933年止共出版31卷．1907年开始，出版佘山天文年刊．1942年停刊，共出42卷．

5.地球物理部分

从事了地磁、地震和物理气象的研究．地磁工作原在徐家汇进行，后因上海市的电车路线延伸到徐家汇，干扰很大，被迫于1908年在上海以西40公里的菉葭浜另建新台作地磁工作． 1929年决定将菉葭浜台并入佘山天文台． 佘台于1933年正式开始地磁工作．

当时配备的地磁仪器有：史密斯圈式磁强仪、伊丽奥磁强仪、哥达文磁称、杜佛偏角仪、威尔特磁感器、劳埃德天平以

及双线仪等。

配备的地震仪器有：日本森式倾斜仪、德制1200公斤的维歇尔式水平摆，有照相记录的加利津垂直地震仪等。

配备的物理气象仪器有：杜步生臭氧仪、测量水汽含量的太阳分光仪、太阳直接辐射表、测定电离层高度的发射机和埃格斯通日温计等。

徐台根据大量观测资料，研究分析了大气中臭氧含量变化和台风的关系，提供了预报台风的新方法。

1922年，徐台提供人员和仪器，参加了中、日科学工作者合作的考察队，在我国沿海进行地磁调查。

徐台于1877年开始地磁观测，将地磁变化的观测资料，刊载于徐家汇和佘山的编年史中。积累了五十多年的资料。

徐台的地震工作在当时列入第一流水平。它定期出版观测资料，定期将重要资料通过海底电缆发送给国际联合会。

1908年起出版地磁公报，到1945年止共出25卷。

出版的论著有《1876—1927年间的地磁观测》、《地磁与太阳黑子活动研究》、《地磁与彗星和流星研究》、《中国地磁图》、《地磁研究》、《1923年甘肃大地震》、《中国重力分布图》、《地震学笔记》等。

除上述五方面的工作外，徐台还对中国科技史作过不少研究。出版的论著有：《中国古代太阳黑子观测》、《郭守敬的球面三角学》、《九章算书的研究》、《乾隆时代北京观测的星表》、《中国地震总表（1767BC—1896AD）》等。

徐家汇天文台为我国带来了较为先进的科学技术，对中国近代的天文、气象、地磁、地震等学科，都曾产生影响。当时的中央观象台、青岛观象台，都曾派员去徐台学习地磁、地震等工作。

二、对徐家汇天文台的接管

上海解放后，由华东军管会、中国科学院、军委气象局联合组成了"徐家汇及佘山天文气象管理委员会"，1950年12月12日对徐家汇天文台正式接管。

接管时，徐家汇天文台设有气象、授时两科，佘山天文台设有天文、地磁、地震三科．天文和授时工作由中国科学院紫金山天文台接管；地磁、地震工作由中国科学院地球物理研究所接管；气象工作由气象局接管．接管后，改称徐家汇观象台和佘山观象台，佘山台不再隶属于徐家汇台．

1951年6月19日，《中国科学院紫金山天文台、地球物理研究所联合上海工作站》成立，对两台进行管理．1954年6月4日，"联合工作站"撤销．地磁、地震工作迁出归地球物理所．徐家汇和佘山观象台分别属紫金山天文台领导．

下面叙述的徐、佘两台简史，时间是从接管到1962年7月10日两台合并建成上海天文台（直属中国科学院）为止．工作上限于天文和授时部分．

三、徐家汇观象台（1950—1962）

徐家汇观象台接管后，1952年前只做了一些恢复整顿工作；1953年起进行了若干改革；1955年开始，按照国家把徐台建成我国授时中心的要求，进行了有计划的现代化建设．

徐家汇观象台的中心任务是授时工作．包括测时、收时、守时和播时四个部分．

测 时 工 作

测时仪器，接管时有一具80毫米帕兰中星仪，一具90毫

米邦贝中星仪．1955年8月购置100毫米蔡司中星仪一具．1958年又借到100毫米蔡司中星仪一具，原有帕兰中星仪换配了新的接触测微器．1957年8月，将苏联普尔科沃天文台赠送的光电设备装配于蔡司中星仪．1957年底增加一具丹容超人差棱镜等高仪．1958年90毫米邦贝中星仪的目视测微器改换为接触测微器．同年冬，与南京大学合作，将90毫米邦贝中星仪装配了光电观测装置．观测仪器的增添和革新，使测时精度很快提高．

记录仪器，开始使用的都是旧有和自制的划线记时仪．1957年下半年增加了两具印字记时仪．1958年应用电子计算技术中的计数器和符合器原理试制成天文测时记录仪，使计算者不必再量度纸条，记录精度大为提高．

1957年新建了观测室，工作环境改善，观测人手也逐步增加，熟练程度提高．1955年有观测手3人，1957年已增至27人．

1957年7月开始，为适应参加国际地球物理年的需要，大量增加天文观测次数．1956年7—12月为189次，1957年7—12月增至1222次．观测质量逐年提高，目视观测中的月平均误差，到1957年底已在0.008秒内．

守 时 工 作

接管时，有两具勒劳天文钟．在1955年前，守时主要靠这两具天文钟．天文钟置于地面恒温室中，日差变化平均达0.01秒，不能满足需要．1955年后陆续增添设备，使守时精度迅速提高．1955年从紫台调来一台旧雪特天文钟，修复后投入使用．同年底，又从紫台借来两具新雪特天文钟．1956年购置的两具新雪特天文钟运到，借用紫台的两具归还．1956年第四季度又增加了一具小石英钟．1957年5月新购

置的两台大石英钟安装使用。1958年8月徐台利用国产晶体管，制成小型石英钟。到1958年底徐台已有6架精度达5×10^{-9}量级的石英钟。自石英钟投入使用后，守时精度飞跃提高。

收时工作

接管时，有一具 Harlicrafters 28 型收报机，一具熏烟纸条记时仪。收报机的灵敏度低，收听的时号少，记录仪的精度只能达到0.002至0.003秒。1955年，改进了短波天线设备。1956年，增加了一具 Slabilidyne 短波收报机，并架设了短波天线。1957年，增加一具 Marconi 长波收报机，并架设了长波天线。同年，又购置了两具国产收报机。使收到的时号大大增加。

1956年，计时镜试制成功，这是记录设备的重大改进，使记录精度提高到0.001秒。计时镜的关键部件多极单相同期电动机是交通大学电工器材制造系设计制造的。在此同时，徐台在实验室试制成功精度达0.001秒的电子计数器。以后又增添了计时示波器等设备，记时精度大大提高。

在收时设备改进的同时，徐台还大幅度增加了对国外时号的收听次数。1954年每月收时号约400次，1955年开始增加，到1957年下半年已达到每月800次。从而使总的时号精度提高。

播时工作

接管初期，每天用海岸电台 XSG 的四种频率，于11时、17时播发国际式及科学式时号，对象为海上船舶。发报机功率小，时号质量很差。当时还有两项工作，一是通过上海电话公司，供给市民精确到分的标准时刻。二是每天中午前与外

滩气象站对时，作为该站中午悬挂时球的标准时刻．挂时球工作于 1953 年 9 月停止．

1953 年 10 月 1 日开始，为适应国内建设的需要，增加了 19 时和 23 时播时． 1954 年 1 月 1 日起，又增加了 21 时播时．时号面向全国大地测量工作，都使用 XSG 呼号．由于发射机功率小，收听效果差，1954 年 7 月 1 日起，用上海电讯局 5 千瓦发报机播发 19 时、21 时、23 时的 BPV 时号，使收听效果大为改善(1956 年起 19 时、21 时、23 时的 XSG 时号停发)．1955 年 1 月 20 日起，徐台与上海人民广播电台合作，正式发播标准时间讯号，精确度为 0.05 秒．1956 年，徐台增播平时式时号，使时号种类增加到三种(原有两种为国际式和科学式时号)． 1957 年 5 月 1 日起，又增加 1 时及 3 时两次播时．并增加了 15 千瓦大功率发报机，发播夜间时号．1958 年 3 月起，又增加 5 时播时．

在增加播时次数和发报机功率的同时，又不断改进播时仪器和播时方法，减少播时过程中的误差，提高时号精度．接管时，有法制国际式时号自动播时仪一具、自制科学式和平时式时号小副摆各一具．由于纯用机械方法控制，播时误差达 0.01 至 0.02 秒．信号间距误差也达 0.005 秒．1953 年用普通钟摆改装成科学式时号发播仪，用光电接触代替齿轮．1954 年投入使用，使播时误差减至 0.005 秒．同年又把国际式时号主要部分改由一个副摆控制，也减少了播时误差．1955 年，采用微电流控制钟速，有效地减少了播时误差．同年二季度，由文华钟厂制成机械自动控制播时设备一套，简化了播时操作．1955 年底，文华钟厂又制成两具稳定度很高的雪特型摆钟，在自由摆上设光电装置，用作播时工作钟，效果很好．1956年，英国雪特钟所附的自动播时设备加入工作，使国际式时号的播时误差减少．1957 年两台大石英钟安装后，对多种

播时方法作了试验．用旧石英钟同步马达发播和用计时镜发播时号的两种方法，都能使平时式时号发播上的各种误差几乎全部消除． 科学式时号全部发播误差可控制在0.001—0.002秒内．1960年，徐台试制成装有示波器的整套石英钟，用以发播国际式时号，解决了播时起点问题．

时号稳定度

由于测时、收时、守时和播时工作的不断改进，使徐台发播的时号稳定度（精确度）不断提高．到1957年6月，时号稳定度达到0.003秒，仅次于当时世界最佳时号之一的苏联RWM时号（稳定度为0.002秒），进入国际先进行列．1957年10月，在中国科学院召开的第一次授时工作会议上，对徐台的授时工作进行了鉴定，认为已能完全满足国内大地测量、航海、航空、工矿各界进行测定方位的需要．

在长期稳定度方面（即逐月变动），从1957年以后已差不多与世界较佳时号相仿．这是由于大量增加了天文观测，时号的长期倾向有了较可靠依据．1960年，标准时间的长期稳定度保持在 ±0.01 秒．

频率标准工作

国家计量局把频率标准工作交给了徐家汇观象台．经过准备，于1958年7月1日起试行发播10兆赫和1千兆赫两种频率标准． 试播成功后，于1958年10月1日开始，以BPV呼号正式发播15兆赫、10兆赫、5兆赫、1千赫和440赫频率标准和秒脉冲信号．频率稳定度为 5×10^{-9}，秒脉冲稳定度在0.001秒左右，从而初步建立了国家的频率标准． 这项工作的主要协作单位是上海真如电台．

时政网工作

1957年，全国时政工作会议决定要在全国建立时政网。徐家汇台的任务是协助各地建立天文测时和有关时间频率标准的工作。1959年，徐台协助北京天文台建立了授时部分的工作。徐台还与紫台实用天文组、武汉测时台、北京测时台等密切合作，建立了时政网的基础。

时间工作的国际合作

徐台早于1939年，就参加了巴黎国际时间局工作，接管后这项工作继续进行。徐台按季根据自己的天文观测结果，订出时号改正数，寄往巴黎，参加时间局订定的国际平均时号改正数。1959年9月，我退出国际天文协会后中断合作。

1954年6月22日起，徐台参加了苏联授时系统联合时号改正数的工作。徐台提供自己的观测资料，苏联为徐台给出时号改正数。苏联还赠送徐台一批仪器和资料。

国际地球物理年工作

徐台参加了1957—1958国际地球物理年工作。1957年7月1日起，徐台按“国际地球物理年”的统一规定，进行经度测定工作。参加观测的有帕兰中星仪、蔡司中星仪、光电中星仪和超人差棱镜等高仪等四架仪器。积累了中星仪观测3000组，等高仪观测200组。各仪器观测结果的内符合为0.007至0.008秒。外符合以等高仪为最好，总平均在±0.01秒。其他仪器的外符合相差很大。纬度观测，因仪器原因一直延至1958年3月才正式开始。观测结果的内符合和外符合都在±0.01秒。此两项观测于1958年12月31日结束。

论文、报告、刊物

1951年起，徐台每月出版授时简报。徐台根据自己的天文观测，确定所收录的国内外时号改正数，按月发表。1953年起将测时成果陆续刊载在天文学报上。先后发表的研究成果和工作报告有：1950—1954年以及1955—1956年徐家汇观象台的两篇工作报告，《测定时号迟滞差的一种方法》，中星仪观测的仪器误差、方位角变化和水准差等三篇论文，《天文测时的偶然误差和季节性变化》等。

年 历 编 算

1951年起，原由紫金山天文台编算的天文年历转交徐家汇观象台承担。1951年，主要根据美国天文年历编印。1952年起，改用苏联天文年历，参照美国、德国的天文年历，并逐步增加了自己计算的部分，有"晨光始和昏影终表"、二十四节气、日月食、关于北极星的部分历表等。徐台还按我国的传统需要，编辑出版"月历"，并与佘山观象台合编了《天地年历》小历书一种，内容包括天文、气象、地磁和地震，1951年12月第一次出版。1955年还编辑出版了《航海天文年历》和《航空天文年历》。编历工作由陈遵妫主持。

1955年底，编算天文年历的工作又重新移交紫金山天文台。

四、佘山观象台（1950—1962）

佘山台在接管时，天文部的工作人员只有3人。接管后，1952年前是恢复和整理阶段，1953年起开始有计划的发展。它的工作主要是方位天文和太阳工作。

方 位 天 文

接管时，有40厘米赤道式折射双筒望远镜和10厘米小赤道仪各一具，还有一些辅助设备。1958年，购置了德制坐标量度仪，它是用来与大赤道仪配合，做各种照相天体测量工作的。

佘台的方位天文工作，包括小行星、恒星、星团、星云和彗星的观测研究，还有月掩星观测。

小行星工作：1953年，恢复了已中断十余年的小行星照相定位观测。到1955年止，拍得照片443张。1955年后，专门从事微星星表工作。

1955年下半年开始，应苏联天文委员会微星委员会的邀请，参加了微星星表工作。内容有两项：一是小行星的精确照相定位，以定星表赤经系统差。佘台担负伏洛拉和匈牙利两群小行星的星历表编算。1958年，完成了这两群小行星的1959、1960年冲日星历表计算。二是以河外星云为背景，测定星表恒星自行。佘台承担对微星星表中以基本恒星为中心的91个区域作照相观测，1958年观测完毕。

1956年1月起，佘台与南京大学天文系建立了小行星观测的合作关系。

1958年9月，佘台与国际天文协会建立了小行星工作的合作关系。国际天文协会把伏洛拉群小行星的照相定位工作，全部交佘台承担，其中一些小行星原是由德国和日本的天文台承担的。1959年9月，我退出国际天文协会时中断合作。

星云、星团等工作：佘台利用40厘米大赤道仪对星云、星团、彗星等作照相观测。到1957年已拍得星团、星云和彗星照片211张。在球状星团 M79 中发现了几颗变星。

1953年起，佘台恢复了与英国格林尼治天文台合作的月

掩星观测．每年两次寄送资料，供计算月亮黄经黄纬改正值之用．到1957年，已经有效观测111次．1959年9月我退出国际天文协会时中断合作．

理论研究：利用过去积存的资料、底片，作新旧底片的对比，进行归算和研究，这是佘台的一项重要任务．

接管佘台时，曾有如下资料：1.小行星428、871、883等的积分常数及轨道改进数据；2.伏洛拉群50个小行星冲日附近的摄动星历表，只计算到受木、土星摄动影响的日心赤道直角坐标 x，y，z 的数值．1955年起，佘台对这些资料作了整理研究，1957年发表了《伏洛拉群的普遍摄动计算》．到1958年止，先后计算、发表了34颗小行星的普遍摄动和轨道改进．

佘台利用过去留存的星团、星云底片，与现拍底片作对比计算，1954年发表了《关于五个星团的方位与自行的研究》，其中包含五个星表和13736颗双星表．这一工作由李珩教授主持，开创了我国的星团研究工作．1956年11月14日到18日，苏联科学院天文委员会副主席库卡金教授在访问佘台期间，也曾利用猎户座星云区域的新旧底片作研究．

太 阳 工 作

佘台的太阳工作有黑子观测、太阳辐射热观测和太阳分光观测三部分．

黑子观测：佘台的黑子目视和照相观测始于1904年，从未间断．接管后，继续进行太阳黑子目视投影观测．1956年9月起，又恢复了用40厘米和10厘米望远镜拍摄太阳黑子的工作．

1954年起，佘台参加了国内三台站的黑子联合发布，由紫金山天文台整理后统一发布，其中佘台的观测质量最高．

1957年7月1日起，佘台参加国际地球物理年苏联系统的太阳黑子观测。增加了量度黑子面积的工作，1960年结束。

太阳辐射热观测：这项工作已进行数十年。但由于仪器原因，精度很差。1955年添置了荷兰 G10 型日光露光计，作热量校正。8月份，作出了垂直辐度的校准和换算表，提高了观测数据的精确度。早期的观测记录和工作报告均在《天文学报》上发表。

太阳分光观测：1948年安装海尔型太阳分光仪后，还不能观测。1953年对仪器进行彻底改装，焦距由1.82米增加到3.2米，提高了色散度，又更换了光栅。1954年起试行观测，1956年开始正规观测。可观测到色球层的现象，如日珥、谱斑、耀斑等。1956年9月起，对太阳作光谱摄影，以钙线 H，K 为主。1957年，又在光谱仪上附加了摄影装置，可拍到喷焰和耀斑。1958年9月，又装置了耀斑指示器。

1957年6月，这架仪器也参加了国际地球物理年的观测。

CONTENTS

Research on the Ancient System of the Chronometrical Nomenclatures Used in Historical Records of Astronomical Events ········ *Wang Li-xing* (1)
Some Catastrophic Events in the Meteorite Fall Records, ········ *Xuan Rui-guang, Xia Xiao-he* (48)
The Sun Worship and the Discovery of the Solar Active phenomena in Ancient China············*Xu Zhen-tao, Zhang Pei-yu, Lu Yang* (55)
A Study of Tian Guan Guest Star's Light Curve········ *Yang Zheng-zong* (66)
Determination of the Type of a Historical Supernova: SN 1054 ········ *Yang Zheng-zong* (71)
Investigation on the Solar and Lunar Motion of Dayanli ········ *Zhang Pei-yu, Lu Yang, Liu Gui-xia* (77)
Study on the Astronomy During the Western Xia Regime········ *Tang Kai-jian* (104)
A Latitude Surveying of the Ming Dynasty········ *Niu Zhong-xun* (118)
The Shape of the Great Earth as Believed by Ancient Astronomers of the Spherical-Sky-School········ *Wang Li-xing* (126)
Yi Xing was by no Means a Follower of the Hungtian Theory········ *Jin Zu-meng* (149)
The Western Geospherical Theory in China········ *Guo Yong-fang* (155)
The Rise and Fall of the Hungtian Theory ········ *Jin Zu-meng* (164)
A General Survey of Studies of Chinese Ancient Cosmologies in Recent Years········ *Jin Zu-meng* (176)
Zhu Zai-yu's Calendar and His Views ········ *Wang Bao-juan* (182)
He Cheng-tian——a Musicologist and Calendarian Against Theism ········ *Wang Bao-juan* (191)
The Historical Material of Zi-Ka-Wei Observatory (1872—1962) ········ *Zhu Leng* (198)